

POWERED BY Dialog

BEST AVAILABLE COPY

ELECTRON EMITTING ELEMENT, ELECTRON SOURCE, FIELD-EMISSION IMAGE DISPLAY DEVICE AND FLUORESCENT LAMP USING ELECTRON EMITTING ELEMENT AND THEIR MANUFACTURING METHODS**Publication Number:** 2001-319560 (JP 2001319560 A) , November 16, 2001**Inventors:**

- SHIRATORI TETSUYA
- AKIYAMA KOJI
- KAWASE TORU
- KUROKAWA HIDEO

Applicants

- MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

Application Number: 2000-312709 (JP 2000312709) , October 12, 2000**Priority:**

- 11-289533 [JP 99289533], JP (Japan), October 12, 1999
- 11-335923 [JP 99335923], JP (Japan), November 26, 1999
- 2000-056815 [JP 200056815], JP (Japan), March 02, 2000

International Class:

- H01J-001/304
- H01J-001/30
- H01J-009/02
- H01J-029/04
- H01J-031/12
- H01J-063/06

Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an electron emitting element structure capable of attaining a large operating current at a low operating voltage and of keeping a stable electron emitting characteristics.

SOLUTION: The electron emitting element comprises a cold cathode material using mixed particles of No.1 particle for electron emission to the space and No.2 particle staying near No.1 particle and controlling the posture of No.1 particle. It is desirable in this structure that No.1 particle has a higher electron emitting efficiency than No.2 particle and that No.2 particle has current conductivity. COPYRIGHT: (C)2001,JPO

JAPIO

© 2004 Japan Patent Information Organization. All rights reserved.

Dialog® File Number 347 Accession Number 7091904

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-319560

(P2001-319560A)

(43) 公開日 平成13年11月16日 (2001.11.16)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード*(参考)		
H 0 1 J	1/304	H 0 1 J	9/02	B	5 C 0 3 1
	1/30		29/04		5 C 0 3 5
	9/02		31/12	C	5 C 0 3 6
	29/04		63/06		5 C 0 3 9
	31/12		1/30	F	
審査請求 有 請求項の数92 O L (全 33 頁) 最終頁に続く					

(21) 出願番号 特願2000-312709 (P2000-312709)

(22) 出願日 平成12年10月12日 (2000.10.12)

(31) 優先権主張番号 特願平11-289533

(32) 優先日 平成11年10月12日 (1999.10.12)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平11-335923

(32) 優先日 平成11年11月26日 (1999.11.26)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願2000-56815 (P2000-56815)

(32) 優先日 平成12年3月2日 (2000.3.2)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 白鳥 哲也

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 秋山 浩二

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 100101823

弁理士 大前 要

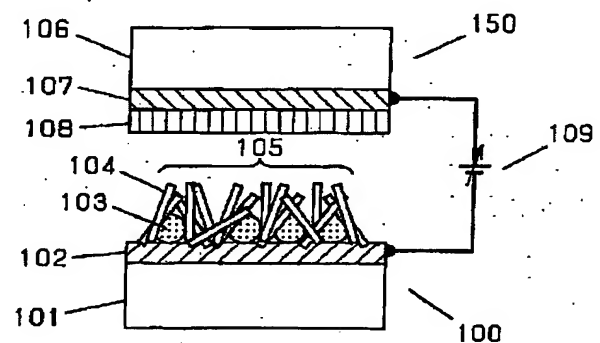
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子放出素子およびそれを利用した電子源、電界放出型画像表示装置、蛍光灯、並びにそれらの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 低い動作電圧で、大きい動作電流が得られ、かつ電子放出特性が安定した電子放出素子構造を提供する。

【解決手段】 空間に電子を放出するための第一の粒子と、前記第一の粒子の近傍にあって前記第一の粒子の姿勢を規整する第二の粒子とからなる混成粒子を用いて冷陰極部材を構成する。この構成において、好ましくは第一の粒子は第二の粒子よりも電子放出効率が高く、第二の粒子は導電性を有するものであるとする。



1000

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 支持部材の上に第 1 の電極と、冷陰極部材と、が少なくとも配置された電子放出素子であって、前記冷陰極部材が、少なくとも電子放出効率の異なる第 1 の粒子と第 2 の粒子の混成粒子からなることを特徴とする電子放出素子。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の電子放出素子において、前記第 2 の粒子が、第一の粒子の姿勢を規整している、ことを特徴とする電子放出素子。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の電子放出素子において、前記第 1 の粒子が、棒状もしくは板状であり、かつ前記第 2 の粒子が、前記第 1 の粒子を第 1 の電極に対して水平ではなく、ある角度をもって姿勢規整している、ことを特徴とする電子放出素子。

【請求項 4】 請求項 1 に記載の電子放出素子において、第 1 の粒子が、炭素を主成分とする、ことを特徴とする電子放出素子。

【請求項 5】 請求項 4 に記載の電子放出素子において、第 1 の粒子が、黒鉛粒子、カーボンナノチューブ、炭素繊維のうち何れか 1 つを含む、ことを特徴とする電子放出素子。

【請求項 6】 請求項 1 に記載の電子放出素子において、第 1 の粒子が、炭素、シリコン、ホウ素、窒素、酸素などの原子が符合したナノチューブである、ことを特徴とする電子放出素子。

【請求項 7】 請求項 1 に記載の電子放出素子において、第 2 の粒子が、概ね球状である、ことを特徴とする請求項 1 に記載の電子放出素子。

【請求項 8】 請求項 1 に記載の電子放出素子において、第 2 の粒子が、球状粒子の集合体からなる、ことを特徴とする電子放出素子。

【請求項 9】 請求項 1 に記載の電子放出素子において、第 2 の粒子が、導電性である、ことを特徴とする電子放出素子。

【請求項 10】 請求項 1 に記載の電子放出素子において、第 2 の粒子が、ウィスカーである、ことを特徴とする電子放出素子。

【請求項 11】 請求項 10 に記載の電子放出素子において、第 2 の粒子が、少なくともチタン原子、アルミニウム原

子、ホウ素原子、炭素原子、珪素原子、亜鉛原子、酸素原子のうち何れか 1 つを主成分とする、ことを特徴とする電子放出素子。

【請求項 12】 請求項 3 に記載の電子放出素子において、第 2 の粒子の高さが、第 1 の粒子の大きさよりも小さい、ことを特徴とする電子放出素子。

【請求項 13】 請求項 1 に記載の電子放出素子において、冷陰極部材と第 2 の電極の間に、前記冷陰極部材表面から単位時間当りに放出される電子の数を制御する第 3 の電極が配置されている、ことを特徴とする電子放出素子。

【請求項 14】 請求項 1 に記載の電子放出素子を含む電界放出型ディスプレイ装置であって、前記電子放出素子の冷陰極部材の表面が、前記電界放出型ディスプレイ装置の電子放出源として機能するように構成されている、ことを特徴とする電界放出型ディスプレイ装置。

【請求項 15】 請求項 1 に記載の電子放出素子を含む蛍光灯であって、前記電子放出素子の冷陰極部材の表面が前記蛍光灯の電子放出源として機能するように構成されている、ことを特徴とする蛍光灯。

【請求項 16】 請求項 15 に記載の蛍光灯において、第 2 の電極が、第 1 の電極を包むように配置されている、ことを特徴とする蛍光灯。

【請求項 17】 支持部材の上に第 1 の電極と、第 1 の粒子と第 2 の粒子からなる混成粒子を有する冷陰極部材と、が少なくとも配置された電子放出素子の製造方法であって、支持部材上に第 1 の電極を形成する工程と、前記第 1 の電極表面に第 1 の粒子を分散する工程と、前記第 1 の電極表面に第 2 の粒子を分散して冷陰極部材を形成する工程と、を少なくとも備える電子放出素子の製造方法。

【請求項 18】 請求項 17 に記載の電子放出素子の製造方法において、前記第 1 の粒子と第 2 の粒子とは電子放出効率が異なる、ことを特徴とする電子放出素子の製造方法。

【請求項 19】 請求項 17 に記載の電子放出素子の製造方法において、前記第 1 の粒子と第 2 の粒子の何れか一方が電子放出用の粒子であり、もう一方が電子放出用の粒子の姿勢を規整するための粒子である、ことを特徴とする電子放出素子の製造方法。

【請求項 20】 請求項 17 に記載の電子放出素子の製

10

20

30

40

50

造方法において、
前記冷陰極部材を形成する工程が、電極表面に分散された第 1 の粒子を加圧した後、第 2 の粒子を分散して陰極部材を形成する工程である、
ことを特徴とする電子放出素子の製造方法。

【請求項 2 1】 請求項 1 7 に記載の電子放出素子の製造方法において、
前記冷陰極部材を形成する工程が、少なくとも第 2 の粒子を帯電させ、電界を印加した雰囲気下において、第 1 の電極上に前記第 2 の粒子を分散して冷陰極部材を形成する工程である、
ことを特徴とする電子放出素子の製造方法。

【請求項 2 2】 支持部材の上に第 1 の電極と、第 1 の粒子と第 2 の粒子からなる混成粒子を有する冷陰極部材と、が少なくとも配置された電子放出素子の製造方法であって、
支持部材の上に第 1 の電極を形成する工程と、
前記第 1 の電極表面に第 1 の粒子と第 2 の粒子を同時に分散して冷陰極部材を形成する工程と、
を少なくとも備える電子放出素子の製造方法。

【請求項 2 3】 請求項 2 2 に記載の電子放出素子の製造方法において、
前記第 1 の粒子と第 2 の粒子とは電子放出効率が異なる、
ことを特徴とする電子放出素子の製造方法。

【請求項 2 4】 請求項 2 2 に記載の電子放出素子の製造方法において、
前記第 1 の粒子と第 2 の粒子の何れか一方が電子放出用の粒子であり、もう一方が電子放出用の粒子の姿勢を規整するための粒子である、
ことを特徴とする電子放出素子の製造方法。

【請求項 2 5】 請求項 2 2 に記載の電子放出素子の製造方法において、
前記冷陰極部材を形成する工程が、第 1 の粒子と第 2 の粒子を帯電させ、電界を印加した雰囲気下において第 1 の電極上に当該第 1 の粒子と第 2 の粒子を同時分散する工程である、
ことを特徴とする電子放出素子の製造方法。

【請求項 2 6】 請求項 2 2 に記載の電子放出素子の製造方法において、
前記冷陰極部材を形成する工程が、揮発性を有する溶剤中に第 1 の粒子と第 2 の粒子とが分散された分散溶液を加圧し、前記分散溶液をノズルより放出させて第 1 の電極表面に付着させる工程である、
ことを特徴とする電子放出素子の製造方法。

【請求項 2 7】 請求項 1 7 に記載の電子放出素子の製造方法に従って前記電子放出素子を形成する工程と、
蛍光体層および第 2 の電極を表面に有する陽極基材を形成する工程と、
前記電子放出素子の前記冷陰極部材と前記陽極基材の前

記蛍光体層とを対向させ、前記冷陰極部材が前記蛍光体層に対する電子放出源として機能するように配置する工程と、
を少なくとも備える電界放出型ディスプレイ装置の製造方法。

【請求項 2 8】 請求項 2 0 に記載の電子放出素子の製造方法に従って前記電子放出素子を形成する工程と、
蛍光体層および第 2 の電極を表面に有する陽極基材を形成する工程と、
前記電子放出素子の前記冷陰極部材と前記陽極基材の前記蛍光体層とを対向させ、前記冷陰極部材が前記蛍光体層に対する電子放出源として機能するように配置する工程と、
を少なくとも備える電界放出型ディスプレイ装置の製造方法。

【請求項 2 9】 請求項 2 1 に記載の電子放出素子の製造方法に従って前記電子放出素子を形成する工程と、
蛍光体層および第 2 の電極を表面に有する陽極基材を形成する工程と、
前記電子放出素子の前記冷陰極部材と前記陽極基材の前記蛍光体層とを対向させ、前記冷陰極部材が前記蛍光体層に対する電子放出源として機能するように配置する工程と、
を少なくとも備える電界放出型ディスプレイ装置の製造方法。

【請求項 3 0】 請求項 2 2 に記載の電子放出素子の製造方法に従って前記電子放出素子を形成する工程と、
蛍光体層および第 2 の電極を表面に有する陽極基材を形成する工程と、
前記電子放出素子の前記冷陰極部材と前記陽極基材の前記蛍光体層とを対向させ、前記冷陰極部材が前記蛍光体層に対する電子放出源として機能するように配置する工程と、
を少なくとも備える電界放出型ディスプレイ装置の製造方法。

【請求項 3 1】 請求項 2 5 に記載の電子放出素子の製造方法に従って前記電子放出素子を形成する工程と、
蛍光体層および第 2 の電極を表面に有する陽極基材を形成する工程と、
前記電子放出素子の前記冷陰極部材と前記陽極基材の前記蛍光体層とを対向させ、前記冷陰極部材が前記蛍光体層に対する電子放出源として機能するように配置する工程と、
を少なくとも備える電界放出型ディスプレイ装置の製造方法。

【請求項 3 2】 請求項 2 6 に記載の電子放出素子の製造方法に従って前記電子放出素子を形成する工程と、
蛍光体層および第 2 の電極を表面に有する陽極基材を形成する工程と、
前記電子放出素子の前記冷陰極部材と前記陽極基材の前

記蛍光体層とを対向させ、前記冷陰極部材が前記蛍光体層に対する電子放出源として機能するように配置する工程と、
を少なくとも備える電界放出型ディスプレイ装置の製造方法。

【請求項 3 3】 請求項 1 7 に記載の電子放出素子の製造方法に従って前記電子放出素子を形成する工程と、
蛍光体層および第 2 の電極を表面に有する陽極基材を形成する工程と、
前記電子放出素子の前記冷陰極部材と前記陽極基材の前記蛍光体層とを対向させ、前記冷陰極部材が前記蛍光体層に対する電子放出源として機能するように配置する工程と、
を少なくとも備える蛍光灯の製造方法。

【請求項 3 4】 請求項 2 0 に記載の電子放出素子の製造方法に従って前記電子放出素子を形成する工程と、
蛍光体層および第 2 の電極を表面に有する陽極基材を形成する工程と、
前記電子放出素子の前記冷陰極部材と前記陽極基材の前記蛍光体層とを対向させ、前記冷陰極部材が前記蛍光体層に対する電子放出源として機能するように配置する工程と、
を少なくとも備える蛍光灯の製造方法。

【請求項 3 5】 請求項 2 1 に記載の電子放出素子の製造方法に従って前記電子放出素子を形成する工程と、
蛍光体層および第 2 の電極を表面に有する陽極基材を形成する工程と、
前記電子放出素子の前記冷陰極部材と前記陽極基材の前記蛍光体層とを対向させ、前記冷陰極部材が前記蛍光体層に対する電子放出源として機能するように配置する工程と、
を少なくとも備える蛍光灯の製造方法。

【請求項 3 6】 請求項 2 2 に記載の電子放出素子の製造方法に従って前記電子放出素子を形成する工程と、
蛍光体層および第 2 の電極を表面に有する陽極基材を形成する工程と、
前記電子放出素子の前記冷陰極部材と前記陽極基材の前記蛍光体層とを対向させ、前記冷陰極部材が前記蛍光体層に対する電子放出源として機能するように配置する工程と、
を少なくとも備える蛍光灯の製造方法。

【請求項 3 7】 請求項 2 5 に記載の電子放出素子の製造方法に従って前記電子放出素子を形成する工程と、
蛍光体層および第 2 の電極を表面に有する陽極基材を形成する工程と、
前記電子放出素子の前記冷陰極部材と前記陽極基材の前記蛍光体層とを対向させ、前記冷陰極部材が前記蛍光体層に対する電子放出源として機能するように配置する工程と、
を少なくとも備える蛍光灯の製造方法。

【請求項 3 8】 請求項 2 6 に記載の電子放出素子の製造方法に従って前記電子放出素子を形成する工程と、
蛍光体層および第 2 の電極を表面に有する陽極基材を形成する工程と、
前記電子放出素子の前記冷陰極部材と前記陽極基材の前記蛍光体層とを対向させ、前記冷陰極部材が前記蛍光体層に対する電子放出源として機能するように配置する工程と、
を少なくとも備える蛍光灯の製造方法。

10 【請求項 3 9】 少なくとも、空間に電子を放出するための第一の粒子と、前記第一の粒子の近傍にあって前記第一の粒子の姿勢を規整する第二の粒子と、を含む混成粒子で構成された冷陰極部材と、
前記冷陰極部材に電子を供給する電子輸送部材と、
が基材上に設けられた電界放出素子。

【請求項 4 0】 請求項 3 9 に記載の電界放出素子において、
前記第一の粒子は、前記第二の粒子に比べ電子放出効率が高い、ことを特徴とする電界放出素子。

20 【請求項 4 1】 請求項 4 0 に記載の電界放出素子において、
第二の粒子は、導電性である、
ことを特徴とする電界放出素子。

【請求項 4 2】 請求項 3 9 に記載の電界放出素子において、
前記第一の粒子は、前記第二の粒子とは直接接触し、前記電子輸送部材とは直接または前記第二の粒子を介して接触し、更に前記支持基材面とは直接または第二の粒子を介し、または第二の粒子および電子輸送部材を介して接触しており、
30 前記第一の粒子の空間に突出した非接触面積は、他の部材に接触した接触面積よりも大きい、
ことを特徴とする電界放出素子。

【請求項 4 3】 請求項 4 2 に記載の電界放出素子において、
第二の粒子は、導電性である、
ことを特徴とする電界放出素子。

【請求項 4 4】 多足形状粒子である第 1 の粒子と第 2 の粒子とからなる混成粒子を含む冷陰極部材と、
40 前記冷陰極部材に電子を供給する電子搬送部材と、
が支持基材上に設けられた電子放出素子であって、
前記第 2 の粒子が、前記第 2 の粒子の表面に突起状に付着している、
ことを特徴とする電子放出素子。

【請求項 4 5】 請求項 4 4 に記載の電子放出素子において、
前記第 2 の粒子が、繊維状の粒子である、ことを特徴とする電子放出素子。

50 【請求項 4 6】 請求項 4 5 に記載の電子放出素子において、

前記第 2 の粒子が、炭素繊維である、
ことを特徴とする電子放出素子。

【請求項 47】 請求項 45 に記載の電子放出素子において、

前記第 2 の粒子が、六炭素環の σ 結合の切れた部分を有するグラファイトである、
ことを特徴とする電子放出素子。

【請求項 48】 請求項 45 に記載の電子放出素子において、

前記第 2 の粒子が、カーボンナノチューブである、
ことを特徴とする電子放出素子。

【請求項 49】 請求項 45 に記載の電子放出素子において、

前記第 1 の粒子が、Zn、Al、Si、Ti、Fe、
B、Mg の群から選択される金属またはこれらの酸化物、窒化物、炭化物のいずれかである、ことを特徴とする電子放出素子。

【請求項 50】 請求項 49 に記載の電子放出素子において、

前記第 1 の粒子が、テトラポット形状ウイスキーである、
ことを特徴とする電子放出素子。

【請求項 51】 多足形状粒子である第 1 の粒子と第 2 の粒子とからなる混成粒子を含む冷陰極部材と、
前記電冷陰極部材に電子を供給する電子搬送部材と、
が支持基材上に設けられた電子放出素子であって、
前記第 1 の粒子は、少なくとも 1 本の足を空間に突出させ、残りの足の先端部分を介して前記電子搬送部材に電気接続され、
前記第 2 の粒子は導電性を有し、前記第 1 の粒子の足も
と近傍に存在して前記第 1 の粒子と前記電子搬送部材との電気接続を増強している、
ことを特徴とする電子放出素子。

【請求項 52】 請求項 51 に記載の電子放出素子において、

前記第 1 の粒子が、Zn、Al、Si、Ti、Fe、
B、Mg の群から選択される金属またはこれらの酸化物、窒化物、炭化物のいずれかである、
ことを特徴とする電子放出素子。

【請求項 53】 請求項 52 に記載の電子放出素子において、

前記第 1 の粒子が、テトラポット形状ウイスキーである、
ことを特徴とする電子放出素子。

【請求項 54】 請求項 53 に記載の電子放出素子において、

前記第 2 の粒子が、繊維状の粒子である、
ことを特徴とする電子放出素子。

【請求項 55】 請求項 54 に記載の電子放出素子において、

前記第 2 の粒子が、炭素繊維である、
ことを特徴とする電子放出素子。

【請求項 56】 支持基材と、

前記支持基材上に設けられた電子搬送部材と、
電子搬送部材上に設けられた感光性樹脂からなる接着層と、

前記接着層に固着された冷陰極部材と、
を少なくとも有し、

前記冷陰極部材が、第 1 の粒子と第 2 の粒子を含む混成粒子で構成されている、

ことを特徴とする電子放出素子。

【請求項 57】 請求項 56 に記載の電子放出素子において、

前記感光性樹脂からなる接着層が、導電性粒子を含む、
ことを特徴とする電子放出素子。

【請求項 58】 請求項 56 に記載の電子放出素子において、

前記第 1 の粒子と第 2 の粒子の電子放出効率が異なる、
ことを特徴とする電子放出素子。

【請求項 59】 請求項 56 に記載の電子放出素子において、

前記第 1 の粒子が、多足形状粒子であり、前記第 2 の粒子が繊維状の粒子である、
ことを特徴とする電子放出素子。

【請求項 60】 請求項 59 に記載の電子放出素子において、

前記多足形状粒子が、Zn、Al、Si、Ti、Fe、
B、Mg の群から選択される金属またはこれらの酸化物、窒化物、炭化物のいずれかである、
ことを特徴とする電子放出素子。

【請求項 61】 請求項 60 に記載の電子放出素子において、

前記多足形状粒子が、テトラポット形状ウイスキーである、
ことを特徴とする電子放出素子。

【請求項 62】 請求項 59 に記載の電子放出素子において、

前記繊維状の粒子が、六炭素環の σ 結合の切れた部分を有するグラファイトである、
ことを特徴とする電子放出素子。

【請求項 63】 請求項 59 に記載の電子放出素子において、

前記第 2 の粒子が、カーボンナノチューブである、
ことを特徴とする電子放出素子。

【請求項 64】 支持基材と、

前記支持基材上に部設けられた電子搬送材と、
前記接電子搬送材に固着された冷陰極部材と、

を少なくとも有し、

前記冷陰極部材は、感光性樹脂が炭化されてなる炭素または炭素質残留物によって前記電子搬送部材または前記

支持部材に固着されている、
ことを特徴とする電子放出素子。

【請求項 65】 請求項 64 に記載の電子放出素子において、
前記冷陰極部材が、第 1 の粒子と第 2 の粒子を含む混成
粒子で構成されている、
ことを特徴とする電子放出素子。

【請求項 66】 請求項 65 に記載の電子放出素子において、
前記第 1 の粒子が、多足形状粒子であり、前記第 2 の粒
子が繊維状の粒子である、
ことを特徴とする電子放出素子。

【請求項 67】 請求項 66 に記載の電子放出素子において、
前記多足形状粒子が、Zn、Al、Si、Ti、Fe、
B、Mg の群から選択される金属またはこれらの酸化
物、窒化物、炭化物のいずれかである、
ことを特徴とする電子放出素子。

【請求項 68】 請求項 67 に記載の電子放出素子において、
前記多足形状粒子が、テトラポット形状ウイスキーである、
ことを特徴とする電子放出素子。

【請求項 69】 請求項 66 に記載の電子放出素子において、
前記繊維状の粒子が、六炭素環の σ 結合の切れた部分を
有するグラファイトである、
ことを特徴とする電子放出素子。

【請求項 70】 請求項 66 に記載の電子放出素子において、
前記第 2 の粒子が、カーボンナノチューブである、こ
とを特徴とする電子放出素子。

【請求項 71】 支持基材上に電子搬送部材を形成する
工程と、
前記電子搬送部材上に感光性樹脂層を形成する工程と、
前記感光樹脂層に対しパターン露光と現像を行って前記
感光樹脂層を所定形状にパターン化するパターンニング
工程と、
パターン化された感光性樹脂領域に電子放出材料を接着
させる接着工程と、
を少なくとも備える電子放出素子の製造方法。

【請求項 72】 請求項 71 に記載の電子放出素子の製
造方法において、
前記電子放出材料が、電子放出効率の異なる第 1 の粒子
と第 2 の粒子の混成粒子である、
ことを特徴とする電子放出素子の製造方法。

【請求項 73】 請求項 71 に記載の電子放出素子の製
造方法において、
更に、前記パターンニング工程と接着工程の間に、感光
性樹脂層を軟化温度以上に加熱する加熱処理工程を備え

る、
ことを特徴とする電子放出素子の製造方法。

【請求項 74】 請求項 71 に記載の電子放出素子の製
造方法において、
更に、前記接着工程の後に未接着の電子放出材料を除去
する除去工程を備える、
ことを特徴とする電子放出素子の製造方法。

【請求項 75】 請求項 74 に記載の電子放出素子の製
造方法において、
前記除去工程が、支持基材面に流体を噴射する工程であ
る、
ことを特徴とする電子放出素子の製造方法。

【請求項 76】 請求項 71 に記載の電子放出素子の製
造方法において、
更に、前記接着工程の後に感光性樹脂層を焼成する工程
を備える、ことを特徴とする電子放出素子の製造方法。

【請求項 77】 請求項 74 に記載の電子放出素子の製
造方法において、
更に、前記除去工程の後に感光性樹脂層を焼成する工程
を備える、
ことを特徴とする電子放出素子の製造方法。

【請求項 78】 電子放出素子と、前記電子放出素子を
制御する制御回路とを少なくとも備えた電子源であつ
て、
前記電子放出素子が、請求項 44 に記載の電子放出素子
である、
ことを特徴とする電子源。

【請求項 79】 電子源と、前記電子源から放出された
電子により画像を形成する画像形成部とを少なくとも備
えた画像表示装置であつて、
前記電子源が、請求項 78 に記載された電子源である、
ことを特徴とする画像表示装置。

【請求項 80】 電子放出素子と、前記電子放出素子を
制御する制御回路とを少なくとも備えた電子源であつ
て、
前記電子放出素子が、請求項 51 に記載の電子放出素子
である、
ことを特徴とする電子源。

【請求項 81】 電子源と、前記電子源から放出された
電子により画像を形成する画像形成部とを少なくとも備
えた画像表示装置であつて、
前記電子源が、請求項 80 に記載された電子源である、
ことを特徴とする画像表示装置。

【請求項 82】 電子放出素子と、前記電子放出素子を
制御する制御回路とを少なくとも備えた電子源であつ
て、
前記電子放出素子が、請求項 56 に記載の電子放出素子
である、
ことを特徴とする電子源。

【請求項 83】 電子源と、前記電子源から放出された

電子により画像を形成する画像形成部とを少なくとも備えた画像表示装置であって、
前記電子源が、請求項 8 2 に記載された電子源である、
ことを特徴とする画像表示装置。

【請求項 8 4】 電子放出素子と、前記電子放出素子を制御する制御回路とを少なくとも備えた電子源であって、
前記電子放出素子が、請求項 6 4 に記載の電子放出素子である、
ことを特徴とする電子源。

【請求項 8 5】 電子源と、前記電子源から放出された電子により画像を形成する画像形成部とを少なくとも備えた画像表示装置であって、
前記電子源が、請求項 8 4 に記載された電子源である、
ことを特徴とする画像表示装置。

【請求項 8 6】 電子源と、前記電子源から放出された電子により発光する蛍光面とを少なくとも備えた蛍光灯であって、
前記電子源が、請求項 7 8 に記載された電子源である、
ことを特徴とする蛍光灯。

【請求項 8 7】 電子源と、前記電子源から放出された電子により発光する蛍光面とを少なくとも備えた蛍光灯であって、
前記電子源が、請求項 8 0 に記載された電子源である、
ことを特徴とする蛍光灯。

【請求項 8 8】 電子源と、前記電子源から放出された電子により発光する蛍光面とを少なくとも備えた蛍光灯であって、
前記電子源が、請求項 8 2 に記載された電子源である、
ことを特徴とする蛍光灯。

【請求項 8 9】 電子源と、前記電子源から放出された電子により発光する蛍光面とを少なくとも備えた蛍光灯であって、
前記電子源が、請求項 8 4 に記載された電子源である、
ことを特徴とする蛍光灯。

【請求項 9 0】 請求項 8 9 に記載された蛍光灯において、
電子放出素子から電子を引き出すための引き出し電極が、電子放出部材を包むように配置されている、
ことを特徴とする蛍光灯。

【請求項 9 1】 支持基材上に感光性樹脂層を形成する工程と、
前記感光性樹脂層に対しパターン露光と現像を行って前記感光性樹脂層を所定形状にパターン化するパターンニング工程と、
前記パターンニング工程でパターン化された感光性樹脂領域の上に被パターン形成層を形成し、前記感光性樹脂領域に被パターン形成層を接着させる工程と、
前記工程で接着させた部分以外の被パターン形成層部分を除去する除去工程と、

を少なくとも備えるパターン形成方法。

【請求項 9 2】 請求項 9 1 に記載のパターン形成方法において、
更に前記除去工程の後に、前記感光性樹脂層を焼失させる工程を備える、
ことを特徴とするパターン形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電子を放出する電子放出素子、この電子放出素子を用いて構成される電子源、この電子源を用いて構成される画像表示装置および蛍光灯、並びにこれらの製造方法、更にはこれらの製造方法に好適に使用することのできるパターン形成方法に関する。このような本発明の内容は、以下では第 1 の発明群と第 2 の発明群に分けて説明されている。

【0002】〔共通事項〕初めに本明細書で使用する用語である「粒子」の概念について説明する。本明細書という「粒子」は、個別独立的に存在する個体を意味し、形状を特定する概念を含まない。「粒子」の形状としては、球状、楕円状、柱状、棒状、粒状、筒状、針状、テトラポット状、平板状などが例示でき、特に形状を特定する必要がある場合には、例えば「繊維状粒子」などのように、形状を表す文言が付されている。また、本明細書の「粒子」は、1 個または 2 個以上の粒子を意味している。但し、常態が 2 個以上の粒子である場合には、「粒子群」と表現することがある。しかし、この場合も 1 個のみの粒子を排除する意図を含まない。また、説明の簡単化のために、単一粒子、凝集体粒子、混成粒子をも単に「粒子」と称することがある。その一方、「集合体」粒子としたときは、同質の粒子が 2 個以上集まったものを意味する。また、「混成粒子」としたときは、形状および/または材質が異なった複数の粒子が集まったものを意味する。

【0003】

【従来の技術】第一発明群の従来技術；従来、電子放出素子としては、高温に加熱されたタングステン等の材料に高電圧を印加する「熱放出型」が先行していた。しかし、近年ではいわゆる「冷陰極型」の電子放出素子の研究開発が活発化している。このような背景にあって、カーボンナノチューブや炭素繊維などの棒状の微粒子は、高いアスペクト比を有し且つ先端の曲率半径が小さいので、冷陰極型（電界放出型電子エミッタ）における高効率の電子放出源の構成材料（冷陰極部材）として注目されている。

【0004】例えば、束ねた状態のカーボンナノチューブから、64 V という低いターンオン電圧で $400 \mu A / cm^2$ という高い放出電流密度が得られることが、これまでに報告されている。但し、カーボンナノチューブを高効率の冷陰極部材として使用するためには、電極面にカーボンナノチューブを接触させて電極とカーボンナ

ノチューブとの電氣的な導通を取ると共に、カーボンナノチューブを電極面に対してほぼ垂直に立たせなければならない。しかし、大面積に生産性よくカーボンナノチューブをほぼ垂直に立たせることのできる方法は報告されていない。

【0005】また、デ・ヘア (de Heer) らは、サイエンス (Science) 誌の第270巻第1179頁 (1995年) において、カーボンナノチューブの懸濁液をセラミックフィルターに通しフィルター表面のミクロな穴にカーボンナノチューブを突き立てた後、このフィルターをプラスチックシートに押圧して、プラスチックシート上にカーボンナノチューブを転写する技術を開示している。この技術によると、プラスチックシートにほぼ垂直に立ったカーボンナノチューブの2次元アレイを形成することができ、チューブの先端から電子の電界放出を得られたことが報告されている。

【0006】しかし、この技術ではカーボンナノチューブと電極との導通をプラスチックシートが阻害するため、電子放出の動作電圧が高くなる。また、大面積のセラミックフィルターが得られにくいため、大面積にパターン化された電子源を得ることが困難である。

【0007】他方、特開平10-149760号公報には、電界放出型冷陰極装置における電子エミッタ材としてカーボンナノチューブ或いはフラーレンを使用する技術が開示されている。具体的には、複数の電子エミッタを、支持基板上に倒木が重なり合うようにして存在している複数のカーボンナノチューブで構成する。この場合のカーボンナノチューブは、例えばアーク放電によってアノード電極の炭素を昇華させ、それをカソード上に析出させることによって形成する。この析出したカーボンナノチューブを集め、塗布などの方法で電極上に配置する。

【0008】しかし、この技術によると、カーボンナノチューブが支持基板に対してほぼ水平に寝てしまい易く、カーボンナノチューブを支持基板に対しほぼ垂直に配列しにくい。なおフラーレンは非常に小さいため、カーボンナノチューブを支え、立たせる機能は無い。つまり、この技術では、カーボンナノチューブの姿勢を十分に制御できないので、高効率の電子放出特性を有する冷陰極部材が得られにくい。

【0009】また、特開平10-12124号公報には、カーボンナノチューブを電子エミッタとして使用する電子放出素子の構成が開示されており、この構成の電子エミッタは、陽極酸化膜中に規則正しく配設された細孔の中に、金属触媒の触媒作用を利用してカーボンナノチューブを成長させるものである。しかし、この構成及びその製造方法は、カーボンナノチューブの形成プロセスに長い時間を必要とするため、必ずしも十分な生産性を有するとは言い難く実用的でない。

【0010】また、上述した特開平10-149760

号公報及び特開平10-12124号公報にそれぞれ開示されている装置構成は、カーボンナノチューブの一端が電極支持基板に接触しているだけの弱いものであるために、支持基板との間の電子のやりとりが不安定であり、動作電流が安定しないという問題点を有している。

【0011】一方、これらの問題点を解決するために、カーボンナノチューブを紫外線 (UV) 照射した有機ポリシラン膜に電気泳動によって突き刺し、支持基板に対し鉛直方向にカーボンナノチューブを立たせる技術が提案されている (参考文献: 中山 他, Pan-Pacific Imaging Conference/Japan Hardcopy'98 予稿集 ページ313-316、日本画像学会主催、1998年7月、東京)。この技術を図11に基づいて説明する。

【0012】先ずイソプロピルアルコール中にカーボンナノチューブ1101を分散させた液体を泳動容器1104内に注入する。次に支持基板1103に対向した平板電極1105と支持基板1103上のパターンニングされた導電層1106との間に外部電源1107によって電界を印加して、カーボンナノチューブ1101を電界方向に配列させると同時に電気泳動によって導電層1106上に移動させる。ここで、電気泳動させる前に導電層1106上の有機ポリシラン膜1102のみに紫外線照射しておく。こうすると、この部分の有機ポリシラン膜のSi-Si結合が切断され膜がポーラスになり、この部分にカーボンナノチューブ1101を選択的に突き刺すことができる。つまり、この技術によると、電気泳動時の電界によってカーボンナノチューブ1101を導電層1106上の有機ポリシラン1102上に選択的に配列し、ほぼ垂直に立たせることができる。また有機ポリシラン1102を紫外線でパターンニングすることによりカーボンナノチューブ1101を配列する領域を任意に設定することができる。

【0013】しかしながら、電気泳動によってカーボンナノチューブを立たせる上記技術は、有機ポリシランを使用しなければならない点で制約がある。例えば、電子放出素子をディスプレイ装置として利用する場合、電子放出素子を真空容器内に封入する工程 (フリット工程) が必要であり、このフリット工程において400~500℃の高温プロセスを経る。この際、内部の電子放出素子も同時に加熱されるため、有機ポリシランが熱分解して無くなってしまう (有機ポリシランは300℃で分解する)。つまり、フリット工程を経ると有機ポリシランで固定保持されていたカーボンナノチューブが倒れてしまうことになる。この結果、電子放出素子の動作電圧が高くなるとともに動作電流が小さくなり、ひどい場合には電子放出そのものが起こらなくなる。

【0014】他方、高温プロセスを無くして有機ポリシランの分解を防いだとしても有機ポリシランは導電性が低いので、導電薄膜とカーボンナノチューブとの電氣的接続が阻害され、その結果としてカーボンナノチューブ

からの電子放出がされにくくなる。すなわち、上記技術には、動作電圧が高くなるとともに、一定の動作電圧下では動作電流の変動が大きく、素子特性が不安定であるという問題がある。

【0015】さらに製造工程においては、カーボンナノチューブを突き刺したくない部分をマスクして、紫外線を照射する必要がある、この分、コスト高になる。

【0016】第二発明群の従来技術の説明；冷陰極型素子には、低電圧・低消費電力駆動で高電流を安定に得られる素子特性が要求されるが、このような要件を満たす技術として、多軸の針状結晶部を有するウィスカーを用いた電子放出素子が提案されている（特許公報第2793702号）。この技術の内容を図20に基づいて説明する。

【0017】陰極支持基板としてのガラス支持基板2201上にスクリーン印刷法等を用いて黒鉛を被着し、焼成して黒鉛電極2202を形成する。そしてテトラポット形のZnOウィスカー粉末を、Niメッキの補助液であるPdCl₂等の溶液中に分散させ、湿式沈降法にてウィスカー粉末を塗布する。乾燥後、仕事関数の低いNi等の金属材料を無電界メッキによってZnOウィスカー表面に数Å～数十Åの厚みでコーティングする。これにより黒鉛支持基板2202上に上記ウィスカーを固着させてエミッタ電極2203を構成する。

【0018】次いで、このようにして形成されたエミッション電極2203に、ZnOウィスカーの先端部から数μm～数百μm程度離して、例えばメッシュ状に開口を有する金属板からなるゲート電極2204をスペーサ2205を介して設け、電界放出形陰極2206を構成する。

【0019】この技術は、尖鋭な先端を有ししかも基板上で姿勢を好適に保つことができるウィスカーを電子放出材料として用いているので、低電圧で効率よく電子放出をさせ易い。しかしながら、その一方で尖鋭な先端を有するウィスカーを使用するが故の課題を有している。すなわち、

(1) テトラポット形のZnOウィスカーは、黒鉛電極2202と極めて尖鋭な先端部のみで接触しているだけであるので、電極との接触面積が極めて小さい。このため、ZnOウィスカーへの電子注入の際に非常に大きな電気抵抗が発生し、電子の注入がスムーズになされない。この問題はZnOウィスカー表面を仕事関数の小さい材料でコートしたとしても十分に解消できない。

【0020】(2) ZnOウィスカーのテトラポットの足部先端は非常に尖鋭であり、電界集中効果が大きい。その反面、折れ易い。ウィスカーの折れを防止するためには、無用な力を与えることなく、支持基板上に塗布する必要があるが、湿式沈降法を用いる上記技術は、煩雑であるので生産性に問題がある。言うまでもなく足部が途中で折れると、先端の尖鋭さが損なわれるので、

電界集中効果が低下することになる。

【0021】(3) 更に、電子放出素子を用いてディスプレイを構成する場合、同一支持基板上に多数の素子を配列形成する必要があるが、上記技術ではウィスカーに損傷を与えることなくして、パターニングを行うことは困難である。

【0022】

【課題を解決するための手段】一群の本発明は上述の課題を解決することを目的とし、より詳しくは、(1) 低い動作電圧で、大きい動作電流が得られ、かつ電子放出特性が安定した電子放出素子構造を提供すること、

(2) 上述のような電子放出素子を少ない工程で低コストでもって作製できる製造方法を提供すること、(3) 上記のような電子放出素子を利用した電子源、電界放出型ディスプレイ装置、蛍光灯、およびそれらの製造方法を提供することである。(4) また、本願第2発明群のより具体的な目的は、電子放出材料として多軸結晶ウィスカーを用いる上記従来技術における課題を解消することである。

【0023】これらの目的を達成するための手段として本発明構成の特徴は、次の通りである。

【0024】請求項1に記載の発明は、支持部材の上に第1の電極と、冷陰極部材と、が少なくとも配置された電子放出素子であって、前記冷陰極部材が、少なくとも電子放出効率の異なる第1の粒子と第2の粒子の混成粒子からなることを特徴とする。

【0025】また、請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の発明の電子放出素子において、前記第2の粒子が、第一の粒子の姿勢を規整している、ことを特徴とする。

【0026】また、請求項3に記載の発明は、請求項1に記載の電子放出素子において、前記第1の粒子が、棒状もしくは板状であり、かつ前記第2の粒子が、前記第1の粒子を第1の電極に対して水平ではなく、ある角度をもって姿勢規整している、ことを特徴とする。

【0027】また、請求項4に記載の発明は、請求項1に記載の電子放出素子において、第1の粒子が、炭素を主成分とする、ことを特徴とする。

【0028】また、請求項5に記載の発明は、請求項4に記載の電子放出素子において、第1の粒子が、黒鉛粒子、カーボンナノチューブ、炭素繊維のうち何れか1つを含む、ことを特徴とする。

【0029】また、請求項6に記載の発明は、請求項1に記載の電子放出素子において、第1の粒子が、炭素、シリコン、ホウ素、窒素、酸素などの原子が符合したナノチューブである、ことを特徴とする。

【0030】また、請求項7に記載の発明は、請求項1に記載の電子放出素子において、第2の粒子が、概ね球状である、ことを特徴とする。

【0031】また、請求項8に記載の発明は、請求項1

に記載の電子放出素子において、第2の粒子が、球状粒子の集合体からなる、ことを特徴とする。

【0032】また、請求項9に記載の発明は、請求項1に記載の電子放出素子において、第2の粒子が、導電性である、ことを特徴とする。

【0033】また、請求項10に記載の発明は、請求項1に記載の電子放出素子において、第2の粒子が、ウィスカーである、ことを特徴とする。

【0034】また、請求項11に記載の発明は、請求項10に記載の電子放出素子において、第2の粒子が、少なくともチタン原子、アルミニウム原子、ホウ素原子、炭素原子、珪素原子、亜鉛原子、酸素原子のうち何れか1つを主成分とする、ことを特徴とする。

【0035】また、請求項12に記載の発明は、請求項3に記載の電子放出素子において、第2の粒子の高さが、第1の粒子の大きさよりも小さい、ことを特徴とする。

【0036】また、請求項13に記載の発明は、請求項1に記載の電子放出素子において、冷陰極部材と第2の電極の間に、前記冷陰極部材表面から単位時間当りに放出される電子の数を制御する第3の電極が配置されている、ことを特徴とする。

【0037】また、請求項14に記載の発明は、請求項1に記載の電子放出素子を含む電界放出型ディスプレイ装置であって、前記電子放出素子の冷陰極部材の表面が、前記電界放出型ディスプレイ装置の電子放出源として機能するように構成されている、ことを特徴とする。

【0038】また、請求項15に記載の発明は、請求項1に記載の電子放出素子を含む蛍光灯であって、前記電子放出素子の冷陰極部材の表面が前記蛍光灯の電子放出源として機能するように構成されている、ことを特徴とする。

【0039】また、請求項16に記載の発明は、請求項15に記載の蛍光灯において、第2の電極が、第1の電極を包むように配置されている、ことを特徴とする。

【0040】また、請求項17に記載の発明は、支持部材の上に第1の電極と、第1の粒子と第2の粒子からなる混成粒子を有する冷陰極部材と、が少なくとも配置された電子放出素子の製造方法であって、支持部材上に第1の電極を形成する工程と、前記第1の電極表面に第1の粒子を分散する工程と、前記第1の電極表面に第2の粒子を分散して冷陰極部材を形成する工程と、を少なくとも備えることを特徴とする。

【0041】また、請求項18に記載の発明は、請求項17に記載の電子放出素子の製造方法において、前記第1の粒子と第2の粒子とは電子放出効率が異なる、ことを特徴とする。

【0042】また、請求項19に記載の発明は、請求項17に記載の電子放出素子の製造方法において、前記第1の粒子と第2の粒子の何れか一方が電子放出用の粒子

であり、もう一方が電子放出用の粒子の姿勢を規整するための粒子である、ことを特徴とする。

【0043】また、請求項20に記載の発明は、請求項17に記載の電子放出素子の製造方法において、前記冷陰極部材を形成する工程が、電極表面に分散された第1の粒子を加圧した後、第2の粒子を分散して陰極部材を形成する工程である、ことを特徴とする。

【0044】また、請求項21に記載の発明は、請求項17に記載の電子放出素子の製造方法において、前記冷陰極部材を形成する工程が、少なくとも第2の粒子を帯電させ、電界を印加した雰囲気下において、第1の電極上に前記第2の粒子を分散して冷陰極部材を形成する工程である、ことを特徴とする。

【0045】また、請求項22に記載の発明は、支持部材の上に第1の電極と、第1の粒子と第2の粒子からなる混成粒子を有する冷陰極部材と、が少なくとも配置された電子放出素子の製造方法であって、支持部材の上に第1の電極を形成する工程と、前記第1の電極表面に第1の粒子と第2の粒子を同時に分散して冷陰極部材を形成する工程と、を少なくとも備える電子放出素子の製造方法であることを特徴とする。

【0046】また、請求項23に記載の発明は、請求項22に記載の電子放出素子の製造方法において、前記第1の粒子と第2の粒子とは電子放出効率が異なる、ことを特徴とする。

【0047】また、請求項24に記載の発明は、請求項22に記載の電子放出素子の製造方法において、前記第1の粒子と第2の粒子の何れか一方が電子放出用の粒子であり、もう一方が電子放出用の粒子の姿勢を規整するための粒子である、ことを特徴とする。

【0048】また、請求項25に記載の発明は、請求項22に記載の電子放出素子の製造方法において、前記冷陰極部材を形成する工程が、第1の粒子と第2の粒子を帯電させ、電界を印加した雰囲気下において第1の電極上に当該第1の粒子と第2の粒子を同時分散する工程である、ことを特徴とする。

【0049】また、請求項26に記載の発明は、請求項22に記載の電子放出素子の製造方法において、前記冷陰極部材を形成する工程が、揮発性を有する溶剤中に第1の粒子と第2の粒子とが分散された分散溶液を加圧し、前記分散溶液をノズルより放出させて第1の電極表面に付着させる工程である、ことを特徴とする。

【0050】また、請求項27に記載の発明は、請求項17に記載の電子放出素子の製造方法に従って前記電子放出素子を形成する工程と、蛍光体層および第2の電極を表面に有する陽極基材を形成する工程と、前記電子放出素子の前記冷陰極部材と前記陽極基材の前記蛍光体層とを対向させ、前記冷陰極部材が前記蛍光体層に対する電子放出源として機能するように配置する工程と、を少なくとも備える電界放出型ディスプレイ装置の製造方法

第一の粒子と、前記第一の粒子の近傍にあって前記第一の粒子の姿勢を規整する第二の粒子と、を含む混成粒子で構成された冷陰極部材と、前記冷陰極部材に電子を供給する電子輸送部材と、が基材上に設けられた電界放出素子であることを特徴とする。

【0062】また、請求項40に記載の発明は、請求項39に記載の電界放出素子において、前記第一の粒子は、前記第二の粒子に比べ電子放出効率が低い、ことを特徴とする。

【0063】また、請求項41に記載の発明は、請求項40に記載の電界放出素子において、第二の粒子は、導電性である、ことを特徴とする。

【0064】また、請求項42に記載の発明は、請求項39に記載の電界放出素子において、前記第一の粒子が、前記第二の粒子とは直接接触し、前記電子輸送部材とは直接または前記第二の粒子を介して接触し、更に前記支持基材面とは直接または第二の粒子を介し、または第二の粒子および電子輸送部材を介して接触しており、前記第一の粒子の空間に突出した非接触面積は、他の部材に接触した接触面積よりも大きい、ことを特徴とする。

【0065】また、請求項43に記載の発明は、請求項42に記載の電界放出素子において、第二の粒子が、導電性である、ことを特徴とする。

【0066】また、請求項44に記載の発明は、多足形状粒子である第1の粒子と第2の粒子とからなる混成粒子を含む冷陰極部材と、前記電冷陰極部材に電子を供給する電子搬送部材と、が支持基材上に設けられた電子放出素子であって、前記第2の粒子が、前記第2の粒子の表面に突起状に付着している、電子放出素子であることを特徴とする。

【0067】また、請求項45に記載の発明は、請求項44に記載の電子放出素子において、前記第2の粒子が、繊維状の粒子である、ことを特徴とする。

【0068】また、請求項46に記載の発明は、請求項45に記載の電子放出素子において、前記第2の粒子が、炭素繊維である、ことを特徴とする。

【0069】また、請求項47に記載の発明は、請求項45に記載の電子放出素子において、前記第2の粒子が、六炭素環の σ 結合の切れた部分を有するグラファイトである、ことを特徴とする。

【0070】また、請求項48に記載の発明は、請求項45に記載の電子放出素子において、前記第2の粒子が、カーボンナノチューブである、ことを特徴とする。

【0071】また、請求項49に記載の発明は、請求項45に記載の電子放出素子において、前記第1の粒子が、Zn、Al、Si、Ti、Fe、B、Mgの群から選択される金属またはこれらの酸化物、窒化物、炭化物のいずれかである、ことを特徴とする。

【0072】また、請求項50に記載の発明は、請求項

49に記載の電子放出素子において、前記第1の粒子が、テトラポット形状ウイスキーである、ことを特徴とする。

【0073】また、請求項51に記載の発明は、多足形状粒子である第1の粒子と第2の粒子とからなる混成粒子を含む冷陰極部材と、前記電冷陰極部材に電子を供給する電子搬送部材と、が支持基材上に設けられた電子放出素子であって、前記第1の粒子は、少なくとも1本の足を空間に突出させ、残りの足の先端部分を介して前記電子搬送部材に電気接続され、前記第2の粒子は導電性を有し、前記第1の粒子の足もと近傍に存在して前記第1の粒子と前記電子搬送部材との電気接続を増強している、ことを特徴とする。

【0074】また、請求項52に記載の発明は、請求項51に記載の電子放出素子において、前記第1の粒子が、Zn、Al、Si、Ti、Fe、B、Mgの群から選択される金属またはこれらの酸化物、窒化物、炭化物のいずれかである、ことを特徴とする。

【0075】また、請求項53に記載の発明は、請求項52に記載の電子放出素子において、前記第1の粒子が、テトラポット形状ウイスキーである、ことを特徴とする。

【0076】また、請求項54に記載の発明は、請求項53に記載の電子放出素子において、前記第2の粒子が、繊維状の粒子である、ことを特徴とする。

【0077】また、請求項55に記載の発明は、請求項54に記載の電子放出素子において、前記第2の粒子が、炭素繊維である、ことを特徴とする。

【0078】また、請求項56に記載の発明は、支持基材と、前記支持基材上に設けられた電子搬送部材と、電子搬送部材上に設けられた感光性樹脂からなる接着層と、前記接着層に固着された冷陰極部材と、を少なくとも有し、前記冷陰極部材が、第1の粒子と第2の粒子を含む混成粒子で構成されている、ことを特徴とする電子放出素子であることを特徴とする。

【0079】また、請求項57に記載の発明は、請求項56に記載の電子放出素子において、前記感光性樹脂からなる接着層が、導電性粒子を含む、ことを特徴とする。

【0080】また、請求項58に記載の発明は、請求項56に記載の電子放出素子において、前記第1の粒子と第2の粒子の電子放出効率が異なる、ことを特徴とする。

【0081】また、請求項59に記載の発明は、請求項56に記載の電子放出素子において、前記第1の粒子が、多足形状粒子であり、前記第2の粒子が繊維状の粒子である、ことを特徴とする。

【0082】また、請求項60に記載の発明は、請求項59に記載の電子放出素子において、前記多足形状粒子が、Zn、Al、Si、Ti、Fe、B、Mgの群から

選択される金属またはこれらの酸化物、窒化物、炭化物のいずれかである、ことを特徴とする。

【0083】また、請求項61に記載の発明は、請求項60に記載の電子放出素子において、前記多足形状粒子が、テトラポット形状ウイスキーである、ことを特徴とする。

【0084】また、請求項62に記載の発明は、請求項59に記載の電子放出素子において、前記繊維状の粒子が、六炭素環の σ 結合の切れた部分を有するグラファイトである、ことを特徴とする。

【0085】また、請求項63に記載の発明は、請求項59に記載の電子放出素子において、前記第2の粒子が、カーボンナノチューブである、ことを特徴とする。

【0086】また、請求項64に記載の発明は、支持基材と、前記支持基材上に部設けられた電子搬送材と、前記接電子搬送材に固着された冷陰極部材と、を少なくとも有し、前記冷陰極部材は、感光性樹脂が炭化されてなる炭素または炭素質残留物によって前記電子搬送部材または前記支持部材に固着されている、ことを特徴とする電子放出素子であることを特徴とする。

【0087】また、請求項65に記載の発明は、請求項64に記載の電子放出素子において、前記冷陰極部材が、第1の粒子と第2の粒子を含む混成粒子で構成されている、ことを特徴とする。

【0088】また、請求項66に記載の発明は、請求項65に記載の電子放出素子において、前記第1の粒子が、多足形状粒子であり、前記第2の粒子が繊維状の粒子である、ことを特徴とする。

【0089】また、請求項67に記載の発明は、請求項66に記載の電子放出素子において、前記多足形状粒子が、Zn、Al、Si、Ti、Fe、B、Mgの群から選択される金属またはこれらの酸化物、窒化物、炭化物のいずれかである、ことを特徴とする。

【0090】また、請求項68に記載の発明は、請求項67に記載の電子放出素子において、前記多足形状粒子が、テトラポット形状ウイスキーである、ことを特徴とする。

【0091】また、請求項69に記載の発明は、請求項66に記載の電子放出素子において、前記繊維状の粒子が、六炭素環の σ 結合の切れた部分を有するグラファイトである、ことを特徴とする。

【0092】また、請求項70に記載の発明は、請求項66に記載の電子放出素子において、前記第2の粒子が、カーボンナノチューブである、ことを特徴とする。

【0093】また、請求項71に記載の発明は、支持基材上に電子搬送部材を形成する工程と、前記電子搬送部材上に感光性樹脂層を形成する工程と、前記感光樹脂層に対しパターン露光と現像を行って前記感光樹脂層を所定形状にパターン化するパターンニング工程と、パターン化された感光性樹脂領域に電子放出材料を接着させる

接着工程と、を少なくとも備える電子放出素子の製造方法であることを特徴とする。

【0094】また、請求項72に記載の発明は、請求項71に記載の電子放出素子の製造方法において、前記電子放出材料が、電子放出効率の異なる第1の粒子と第2の粒子の混成粒子である、ことを特徴とする。

【0095】また、請求項73に記載の発明は、請求項71に記載の電子放出素子の製造方法において、更に、前記パターンニング工程と接着工程の間に、感光性樹脂層を軟化温度以上に加熱する加熱処理工程を備える、ことを特徴とする。

【0096】また、請求項74に記載の発明は、請求項71に記載の電子放出素子の製造方法において、更に、前記接着工程の後に未接着の電子放出材料を除去する除去工程を備える、ことを特徴とする。

【0097】また、請求項75に記載の発明は、請求項74に記載の電子放出素子の製造方法において、前記除去工程が、支持基材面に流体を噴射する工程である、ことを特徴とする。

【0098】また、請求項76に記載の発明は、請求項71に記載の電子放出素子の製造方法において、更に、前記接着工程の後に感光性樹脂層を焼成する工程を備える、ことを特徴とする。

【0099】また、請求項77に記載の発明は、請求項74に記載の電子放出素子の製造方法において、更に、前記除去工程の後に感光性樹脂層を焼成する工程を備える、ことを特徴とする。

【0100】また、請求項78に記載の発明は、電子放出素子と、前記電子放出素子を制御する制御回路とを少なくとも備えた電子源であって、前記電子放出素子が、請求項44に記載の電子放出素子である、ことを特徴とする電子源である。

【0101】また、請求項79に記載の発明は、電子源と、前記電子源から放出された電子により画像を形成する画像形成部とを少なくとも備えた画像表示装置であって、前記電子源が、請求項78に記載された電子源である、ことを特徴とする画像表示装置である。

【0102】また、請求項80に記載の発明は、電子放出素子と、前記電子放出素子を制御する制御回路とを少なくとも備えた電子源であって、前記電子放出素子が、請求項51に記載の電子放出素子である、ことを特徴とする電子源である。

【0103】また、請求項81に記載の発明は、電子源と、前記電子源から放出された電子により画像を形成する画像形成部とを少なくとも備えた画像表示装置であって、前記電子源が、請求項80に記載された電子源である、ことを特徴とする画像表示装置である。

【0104】また、請求項82に記載の発明は、電子放出素子と、前記電子放出素子を制御する制御回路とを少なくとも備えた電子源であって、前記電子放出素子が、

請求項 56 に記載の電子放出素子である、ことを特徴とする電子源である。

【0105】また、請求項 83 に記載の発明は、電子源と、前記電子源から放出された電子により画像を形成する画像形成部とを少なくとも備えた画像表示装置であって、前記電子源が、請求項 82 に記載された電子源である、ことを特徴とする画像表示装置である。

【0106】また、請求項 84 に記載の発明は、電子放出素子と、前記電子放出素子を制御する制御回路とを少なくとも備えた電子源であって、前記電子放出素子が、請求項 64 に記載の電子放出素子である、ことを特徴とする電子源である。

【0107】また、請求項 85 に記載の発明は、電子源と、前記電子源から放出された電子により画像を形成する画像形成部とを少なくとも備えた画像表示装置であって、前記電子源が、請求項 84 に記載された電子源である、ことを特徴とする画像表示装置である。

【0108】また、請求項 86 に記載の発明は、電子源と、前記電子源から放出された電子により発光する蛍光面とを少なくとも備えた蛍光灯であって、前記電子源が、請求項 78 に記載された電子源である、ことを特徴とする蛍光灯である。

【0109】また、請求項 87 に記載の発明は、電子源と、前記電子源から放出された電子により発光する蛍光面とを少なくとも備えた蛍光灯であって、前記電子源が、請求項 80 に記載された電子源である、ことを特徴とする蛍光灯である。

【0110】また、請求項 88 に記載の発明は、電子源と、前記電子源から放出された電子により発光する蛍光面とを少なくとも備えた蛍光灯であって、前記電子源が、請求項 82 に記載された電子源である、ことを特徴とする蛍光灯である。

【0111】また、請求項 89 に記載の発明は、電子源と、前記電子源から放出された電子により発光する蛍光面とを少なくとも備えた蛍光灯であって、前記電子源が、請求項 84 に記載された電子源である、ことを特徴とする蛍光灯である。

【0112】また、請求項 90 に記載の発明は、請求項 89 に記載された蛍光灯において、電子放出素子から電子を引き出すための引き出し電極が、電子放出部材を包むように配置されている、ことを特徴とする。

【0113】また、請求項 91 に記載の発明は、支持基板上に感光性樹脂層を形成する工程と、前記感光性樹脂層に対しパターン露光と現像を行って前記感光性樹脂層を所定形状にパターン化するパターンニング工程と、前記パターンニング工程でパターン化された感光性樹脂領域の上に被パターン形成層を形成し、前記感光性樹脂領域に被パターン形成層を接着させる工程と、前記工程で接着させた部分以外の被パターン形成層部分を除去する除去工程と、を少なくとも備えるパターン形成方法であるこ

とを特徴とする。

【0114】また、請求項 92 に記載の発明は、請求項 91 に記載のパターン形成方法において、更に前記除去工程の後に、前記感光性樹脂層を焼失させる工程を備える、ことを特徴とする。

【0115】

【発明の実施の形態】以下、一連の本発明の実施の形態を第 1 発明群と第 2 発明群に分け、それぞれの内容を実施例に基づいて説明する。

〔第 1 発明群における実施例〕第 1 発明群の各実施例の内容を図面を参照しながら具体的に説明する。

(実施例 1-1) 図 1 は、本発明の実施例 1-1 に係わる電子放出素子 100、およびそれを用いた電界放出型ディスプレイ装置 1000 の概略構成図である。以下に、図 1 を参照しながら、電子放出素子 100 や電界放出型ディスプレイ装置 1000 の構成や製造方法を説明する。

【0116】まず、支持部材としてガラス支持基板 101 上に、第 1 の導電性電極（導電層）102 として Al、Al-Li 合金、Mg、Mg-Ag 合金、Au、Pt、Ag、Fe、Ni、Cu、Cr、W、Mo、Co、Ta または Ti などの金属薄膜をスパッタ法あるいは真空蒸着法あるいはメッキ法により、厚さ約 0.01 μm ～約 100 μm 、典型的には約 0.1 μm ～約 1 μm に形成した。

【0117】次に、エタノールやイソプロピルアルコールやアセトンやトルエンなどの揮発性有機溶剤中にはば球状の Pt、Au、Ag、Cu、Ni、Rh、Pd、Co、Cu-Sn 合金、Cu-Zn 合金、Cu-Ni-Zn 合金、Cu-Pb 合金、Cu-Pb-Sn 合金、Cu-Co 合金、Cu-Fe-Mn 合金、Fe-Cr 合金、Fe-Si 合金、Fe-Mo 合金、Fe-Mn 合金、Fe-W 合金、Fe-V 合金、Fe-Nb 合金、ステンレス、パーマロイなどの材質からなる金属微粒子（粒径：0.1 ～ 8 μm ）を分散した液をガラス支持基板 101 上に滴下し、スピコーターにて余分な液を除去し、第 1 の導電性電極 102 上に、金属または金属合金からなる金属微粒子である第二の粒子 103 を分散した。

【0118】その後、上記の揮発性有機溶剤または分散性を高めるために界面活性剤を混合した水にカーボンナノチューブ（直径：0.5 nm ～ 100 nm、長さ 2 ～ 10 μm ）を分散した液を第 1 の導電性電極 102 上に滴下乾燥して、カーボンナノチューブからなる第 1 の微粒子 104 をばらまいた。

【0119】これによって、第 1 の導電性電極 102 上にカーボンナノチューブからなる第一の粒子 104 と金属微粒子からなる第二の粒子 103 とが混合した混成粒子からなる冷陰極部材 105 が形成され、電子放出素子 100 が形成された。

【0120】この電子放出素子 100 を陰極とし、それ

に対向するように、ガラス支持基板 106 上に第 2 の導電性電極 107 として、ITO、SnO₂、ZnO などからなる透明電極、および蛍光体薄膜 108 を積層した陽極支持基板 150 を配置した。これによって電界放出型ディスプレイ装置 1000 を構成された。ここで、陰極 100 と陽極 150 との距離は 0.5 mm ~ 2 mm とした。

【0121】上記のような電子放出素子（陰極）100 と陽極支持基板（陽極）150 との間を真空状態にし、さらに直流電源 109 を使ってバイアス電圧を陰極 100 と陽極 150 との間に印加した。

【0122】その結果、直流電源 109 の電圧が約 500 V ~ 2 kV のバイアス条件下で、冷陰極部材 105 の表面から真空中に電子が放出され、この放出された電子が、直流電源 109 による電界によって加速されて蛍光体薄膜 108 と衝突し、蛍光体薄膜 108 が発光するのを観測することができた。また、陰極 100 と陽極間 150 との間に流れる電流も 20 ~ 100 μ A と大きく、時間変動も 5 % 以下と小さく安定していることが確認できた。

【0123】また、ガラス支持基板 101 を金属板に置き換え、導電性電極 102 を無くしても上記と同様の効果を得ることができた。

【0124】（比較例 1-1）比較のために上記の電子放出素子 100 の第二の粒子 103 をばらまかずに、第一の粒子 104 だけをばらまいて冷陰極部材 105 を形成し、他の構成要素は素子 100 と全く同様にして比較用電子放出素子（1-1）を作製した。そして、この素子（1-1）に付いて上記と同様に電子放出特性を調べた。

【0125】その結果、素子（1-1）については、直流電源 109 の電圧を約 3 kV ~ 15 kV して初めて電子放出を確認でき、電子放出素子 100 に比べて動作電圧が大きくなることが判明した。また、この時の動作電流は 5 ~ 10 μ A で、一定の動作電圧下での動作電流の時間変動は 20 ~ 30 % であった。

【0126】このように第二の粒子 103 の有無によって、電子放出特性が大きく異なった原因を探るため、本実施例における素子 100 と比較用素子（1-1）の冷陰極部材 105 を走査型電子顕微鏡（SEM）にて観察した。その結果、比較用素子（1-1）の冷陰極部材 105 では第一の粒子 104 であるカーボンナノチューブが図 2 に示すように、第 1 の導電性電極 102 に対してほとんど水平に近い状態で重なりあっているのに対し

（第 1 の導電性電極 102 表面に対するカーボンナノチューブの角度は 0 ~ 40 度の範囲で分布しており、平均角度はおおよそ 15 度）、素子 100 では図 1 に示すようにカーボンナノチューブが立っていることが確認できた

（第 1 の導電性電極 102 表面に対するカーボンナノチューブの角度は 0 ~ 90 度の範囲で分布しており、平均

角度はおおよそ 60 度）。

【0127】（比較例 1-2）また、上記比較例 1-1 とは逆に第一の粒子 104 をばらまかずに、第二の粒子 103 だけをばらまいた比較用電子放出素子（1-2）を作製し、上記と同様にして電子放出特性を調べた。

【0128】その結果、素子（1-2）については直流電源 109 の電圧を約 8 kV ~ 30 kV して初めて電子放出を確認でき、動作電圧はかなり大きいことが判明した。また、陰極-陽極間に流れる電流も 1 μ A 以下と小さく、時間的変動も 70 ~ 90 % であった。

【0129】これらの結果より、金属の微粒子からなる第二の粒子 103 と第一の粒子 104 を分散して電子放出の動作電圧が小さくなり、動作電流が大きくなった原因は、第二の粒子 103 の電子放出効率が第一の粒子 104 のそれよりも大きいというのではなく、第二の粒子 103 が第一の粒子 104 であるカーボンナノチューブの姿勢を規整する作用、すなわち第一の粒子 104 を立たせる役目をしており、かつ第一の粒子 104 の電子放出効率が異方性があり、第一の粒子 104 が支持基板に対して立つことによって電子放出効率が向上したためと考えられる。

【0130】（比較例 1-3）また、金属微粒子の代わりに絶縁性のガラスやセラミックの微粒子を第二の粒子 103 として使用したこと以外は、素子（1-1）と同様にして比較用素子（1-3）を作製し、この比較用素子（1-3）の電子放出特性を調べた。その結果、電流の時間変動が 10 % 以上となり、動作が不安定になることが判明した。

【0131】従って、第 2 の微粒子 103 に導電性のもので使用した素子 100 においては、第二の粒子 103 を介して第 1 の導電性電極 102 と第一の粒子 104 との電気的接続がなされており、第 1 の導電性電極 102 と第一の粒子 104 との接触抵抗が小さくなって安定動作が実現できたものと思われた。

【0132】なお、更なる検討において、ガラスやセラミックの微粒子に金属や ITO などの導電膜をコーティングした場合には、素子 100 と同様な電子放出特性が得られ、動作電流の時間的変動は 5 % 以下と安定になることが判明した。

【0133】（実施例 1-2）本発明の実施例 1-2 では、実施例 1-1 で作製した電子放出素子 100 の作製手順において、第二の粒子 103 をスピコートを使って第 1 の導電性電極 102 上に分散した後、ステンレスの板を上から押し当て第 2 の微粒子 103 を加圧圧着し、その後実施例 1-1 と同様にして第一の粒子 104 のカーボンナノチューブを分散して電子放出素子を構成した。その他の各構成要素および作製方法は実施例 1-1 で説明したものと同様であり、それらの説明はここでは省略する。

【0134】実施例 1-1 と同様、本実施例の電子放

出特性を調べたところ、実施例1-1における素子100に比べて電子放出開始電圧が1割ほど小さく、エミッション電流はおおよそ1割程度増加した。

【0135】このように本実施例の電子放出素子が、実施例1-1で作製した電子放出素子100に比べて僅かであるが特性改善できた理由は、第二の粒子103を加圧着したことで第二の粒子103が第1の導電性電極102にめり込み、第二の粒子103と第1の導電性電極102間の接触抵抗が下がったためと思われる。

【0136】尚、第二の粒子103を加圧する板の材質は、第二の粒子103よりも硬いものであればステンレスに限られるものでなく、またその形状も板ではなくローラーであっても、ほぼ同じ結果を得る。

【0137】（実施例1-3）本発明の実施例1-3では、実施例1-1で作製した電子放出素子100の作製手順において、第一の粒子104および第二の粒子103を混合してエタノールやイソプロピルアルコールやアセトンなどの揮発性有機溶剤中に分散し、その液を第1の導電性電極102上に滴下乾燥して第一の粒子104と第二の粒子103が混合した冷陰極部材105を構成して電子放出素子を構成した。その他の各構成要素および作製方法は実施例1-1で説明したものと同様であり、それらの説明はここでは省略する。

【0138】実施例1-1と同様に、本実施例の電子放出特性を調べたところ、実施例1-1における素子100とほぼ同じ結果を得た。なお、実施例1-1は、第一の粒子と第二の粒子とをそれぞれ別の分散液とした点において、実施例1-3と相違している。

【0139】（実施例1-4）本発明の実施例1-4では、実施例1-1で作製した電子放出素子100において、第一の粒子104のカーボンナノチューブの代わりに、炭素、Si、ホウ素、窒素、酸素などの原子が符号した（または含まれた）ナノチューブや金属硫化物からなるナノチューブで構成した電子放出素子を構成した。その他の各構成要素は実施例1-1で説明したものと同様であり、それらの説明はここでは省略する。

【0140】実施例1-1と同様に、本実施例の電子放出特性を調べたところ、実施例1-1における素子100とほぼ同じ結果を得た。

【0141】（実施例1-5）図3は、本発明の実施例1-5に係わる電子放出素子300、およびそれを使用した電界放出型ディスプレイ装置3000の概略構成図である。

【0142】本実施例の電子放出素子300の製造にあたっては、第1の実施例における電子放出素子100の製造時と同様のプロセスで第1の導電性電極102までの構成を形成した。その後、第二の粒子としてコンペイトウ菓子のように表面に突起のあるPt、Au、Ag、Cu、Ni、Rh、Pd、Co、Cu-Sn合金、Cu-Zn合金、Cu-Ni-Zn合金、Cu-Pb合金、

Cu-Pb-Sn合金、Cu-Co合金、Cu-Fe-Mn合金、Fe-Cr合金、Fe-Si合金、Fe-Mo合金、Fe-Mn合金、Fe-W合金、Fe-V合金、Fe-Nb合金、ステンレス、パーマロイなどの材質からなる金属微粒子（粒径：0.5~50μm）を、エタノールやイソプロピルアルコールやアセトンやトルエンなどの揮発性有機溶剤中に分散した。この分散する方法により、液をガラス支持基板101上に滴下し、スピncerコートにて余分な液を除去し、第1の導電性電極102上に第二の粒子301をばらまいた。

【0143】次で、上記の揮発性有機溶剤または界面活性剤を混合した水に炭素繊維（直径：0.1μm~10μm、長さ2~100μm）を分散した液を第1の導電性電極102上に滴下乾燥して第1の微粒子302をばらまいた。

【0144】これによって、第1の導電性電極102上にカーボンファイバーからなる第一の粒子302と表面に突起のある金属微粒子からなる第二の粒子301とが混合した混成粒子からなる冷陰極部材105が形成され、電子放出素子300が形成された。

【0145】さらに、実施例1-1の電界放出型ディスプレイ装置1000と同様に、陽極支持基板150を電子放出素子300に対向して配置することによって電界放出型ディスプレイ装置3000を構成した。

【0146】なお、電子放出素子300および電界放出型ディスプレイ装置3000その他の構成要素は、実施例1-1に於ける素子100及びディスプレイ装置1000と同様であり、それらの説明はここでは省略した。

【0147】本実施例の素子300について、実施例1-1と同様に電子放出特性を測定したところ、直流電源109の電圧が約500V~2kVのバイアス条件下で、蛍光体薄膜108が発光するのを観測することができた。また、陰極100と陽極間150との間に流れる電流も30~150μAと大きく、時間変動も5%以下と小さく安定していることが確認できた。

【0148】本実施例の素子300の冷陰極部材105をSEM（走査型電子顕微鏡）にて観察したところ、図3に示すように第1の導電性電極102に対して立っているカーボンファイバー302が多く存在することが確認できた。

【0149】また、この素子300において、コンペイトウ菓子のような金属微粒子301の代わりに図1に示すような球状の金属微粒子103（但し、粒径は金属微粒子301と同じとした）を用いても、素子300と同様の結果を得た。

【0150】（比較例1-4）比較のために本実施例の電子放出素子300の第二の粒子301をばらまかず、第一の粒子302だけをばらまいて冷陰極部材105を形成し、他の構成要素は素子300と全く同様にして比較用電子放出素子（1-4）を作製した。そして、

これらの素子（１－４）に付いて上記と同様に電子放出特性を調べた。

【０１５１】その結果、素子（１－４）については、直流電源１０９の電圧を約２．５ｋＶ～１０ｋＶして初めて電子放出を確認でき、電子放出素子３００に比べて動作電圧が大きくなることが判明した。また、この時の動作電流は７～１５μＡであり、一定の動作電圧下での動作電流の時間変動は１５～２５％であった。

【０１５２】（比較例１－５）また、上記比較例１－４とは逆に第一の粒子３０２をばらまかずに、第二の粒子３０１だけをばらまいた比較用電子放出素子（１－５）

を作製し、上記と同様に電子放出特性を調べた。

【０１５３】その結果、素子（１－５）については直流電源１０９の電圧を約６ｋＶ～２５ｋＶして初めて電子放出を確認でき、動作電圧はかなり大きいことが判明した。また、陰極－陽極間に流れる電流も１μＡ以下と小さく、時間的変動も７０～９０％であった。

【０１５４】これらの結果より、金属の微粒子からなる第二の粒子３０１と第一の粒子３０２とを分散した場合において、電子放出の動作電圧が小さくなるとともに動作電流が大きくなった原因は、第二の粒子３０１の電子放出効率が第一の粒子３０２のそれよりも大きいというものでなく、第一の粒子３０２であるカーボンファイバーが電子放出効率において異方性を有し、かつ第二の粒子３０１の存在によってカーボンファイバーが立ち、電子放出効率の高い端部が陽極側に向き易くなったためである。なお、第一の粒子であるカーボンファイバーが立ったのは、図３から明らかなごとく、第二の粒子が第一の粒子の姿勢を規整し支えているからである。

【０１５５】（実施例１－６）図４は、本発明の実施例１－６に係わる電子放出素子４００、およびそれを使用した電界放出型ディスプレイ装置４０００の概略構成図である。

【０１５６】本実施例の電子放出素子４００の製造にあたっては、第５の実施例における電子放出素子３００の製造時と同様のプロセスで第１の導電性電極１０２までの構成を形成した後に、第二の粒子として粒径：０．０１μｍ～５μｍの微粒子が集合して１つの集合体粒子を構成したPt、Au、Ag、Cu、Ni、Rh、Pd、Co、Cu-Sn合金、Cu-Zn合金、Cu-Ni-Zn合金、Cu-Pb合金、Cu-Pb-Sn合金、Cu-Co合金、Cu-Fe-Mn合金、Fe-Cr合金、Fe-Si合金、Fe-Mo合金、Fe-Mn合金、Fe-W合金、Fe-V合金、Fe-Nb合金、ステンレス、パーマロイなどの材質からなる金属微粒子

（粒径：０．５～５０μｍ）を、エタノールやイソプロピルアルコールやアセトンやトルエンなどの揮発性有機溶剤中に分散し、この分散液をガラス支持基板１０１上に滴下し、スピンコーターにて余分な液を除去する方法で、第１の導電性電極１０２上に第二の粒子４０１をば

らまいた。

【０１５７】その後、上記の揮発性有機溶剤または適当な界面活性剤を混合した水に炭素繊維（直径：０．１μｍ～１０μｍ、長さ２～１００μｍ）を分散した液を第１の導電性電極１０２上に滴下乾燥して第１の微粒子３０２をばらまいた。これによって、第１の導電性電極１０２上にカーボンファイバーからなる第一の粒子３０２と金属微粒子の集合体からなる第二の粒子４０１との混合粒子からなる冷陰極部材１０５が形成され、電子放出素子４００が形成された。

【０１５８】さらに、実施例１－１の電界放出型ディスプレイ装置１０００と同様に、陽極支持基板１５０を電子放出素子４００に対向して配置することによって電界放出型ディスプレイ装置４０００を構成した。

【０１５９】なお、電子放出素子４００および電界放出型ディスプレイ装置４０００その他の構成要素は、実施例１－１に於ける素子１００及びディスプレイ装置１０００と同様であり、それらの説明はここでは省略する。

【０１６０】本実施例の素子４００について、実施例１－１と同様に電子放出特性を測定したところ、直流電源１０９の電圧が約５００Ｖ～２ｋＶのバイアス条件下で、蛍光体薄膜１０８が発光するのを観測することができた。また、陰極１００と陽極間１５０との間に流れる電流も３０～１５０μＡと大きく、時間変動も５％以下と小さく安定していることが確認できた。

【０１６１】本実施例の素子４００の冷陰極部材１０５をSEMにて観察したところ、図４に示すように第１の導電性電極１０２に対して立っているカーボンファイバー３０２が多く存在することが確認できた。

【０１６２】（実施例１－７）図５は、本発明の実施例１－７に係わる電子放出素子５００、およびそれを使用した電界放出型ディスプレイ装置５０００の概略構成図である。

【０１６３】本実施例の電子放出素子５００の製造にあたっては、第１の実施例における電子放出素子１００の製造時と同様のプロセスで第１の導電性電極１０２までの構成を形成した後に、第二の粒子としてほぼ球状のPt、Au、Ag、Cu、Ni、Rh、Pd、Co、Cu-Sn合金、Cu-Zn合金、Cu-Ni-Zn合金、Cu-Pb合金、Cu-Pb-Sn合金、Cu-Co合金、Cu-Fe-Mn合金、Fe-Cr合金、Fe-Si合金、Fe-Mo合金、Fe-Mn合金、Fe-W合金、Fe-V合金、Fe-Nb合金、ステンレス、パーマロイなどの材質からなる金属微粒子（粒径：０．５～５０μｍ）を、エタノールやイソプロピルアルコールやアセトンやトルエンなどの揮発性有機溶剤中に分散し、この分散液をガラス支持基板１０１上に滴下し、スピンコーターにて余分な液を除去する方法により、第１の導電性電極１０２上に第二の粒子５０１をばらまいた。

【０１６４】その後、上記の揮発性有機溶剤または適当

な界面活性剤を混合した水に、第一の粒子として粒径 $2\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ のグラファイト（黒鉛）粒子を分散し、この分散液を第1の導電性電極102上に滴下乾燥して第1の微粒子502をばらまいた。これによって、第1の導電性電極102上にグラファイト粒子からなる第一の粒子502と金属微粒子からなる第二の粒子501とが混合した混成粒子からなる冷陰極部材105が形成され、電子放出素子500が形成された。

【0165】さらに、実施例1-1の電界放出型ディスプレイ装置1000と同様に、陽極支持基板150を電子放出素子500に対向して配置することによって電界放出型ディスプレイ装置5000を構成した。

【0166】なお、電子放出素子500および電界放出型ディスプレイ装置5000その他の構成要素は、実施例1-1に於ける素子100及びディスプレイ装置1000と同様であり、それらの説明はここでは省略する。

【0167】本実施例の素子500について、実施例1-1と同様に電子放出特性を測定したところ、直流電源109の電圧が約500V \sim 2kVのバイアス条件下で、蛍光体薄膜108が発光するのを観測することができた。また、陰極100と陽極間150との間に流れる電流も30 \sim 150 μA と大きく、時間変動も5%以下と小さく安定していることが確認できた。

【0168】本実施例の素子500の冷陰極部材105をSEMにて観察したところ、図5に示すように第1の導電性電極102に対して立っている板状のグラファイト粒子502が多く存在することが確認できた。

【0169】また、この素子500において、球状の金属微粒子の代わりに、図3のようなコンペイトウ菓子のような金属微粒子301や図4のような微粒子の集合体からなる金属微粒子401を用いても、素子500と同様の結果を得た。

【0170】（比較例1-6）比較のために本実施例の電子放出素子500の第二の粒子501をばらまかず、第一の粒子502だけをばらまいて冷陰極部材105を形成し、他の構成要素は素子500と全く同様にして比較用電子放出素子（1-6）を作製した。そして、これらの素子（1-6）に付いて上記と同様に電子放出特性を調べた。

【0171】その結果、素子（1-6）については、直流電源109の電圧を約3.5kV \sim 20kVして初めて電子放出を確認でき、電子放出素子500に比べて動作電圧が大きくなることが判明した。また、この時の動作電流は3 \sim 9 μA であり、一定の動作電圧下での動作電流の時間変動は25 \sim 45%であった。

【0172】（比較例1-7）また、上記比較例1-6とは逆に第一の粒子502をばらまかず、第二の粒子501だけをばらまいた比較用電子放出素子（1-7）を作製し、上記と同様に電子放出特性を調べた。

【0173】その結果、素子（1-7）については直流

電源109の電圧を約8kV \sim 30kVして初めて電子放出を確認でき、動作電圧はかなり大きいことが判明した。また、陰極 \sim 陽極間に流れる電流も1 μA 以下と小さく、時間的変動も70 \sim 90%であった。

【0174】これらの結果より、金属の微粒子からなる第二の粒子501と第一の粒子502とを分散させると、電子放出の動作電圧が小さくなり、動作電流が大きくなる原因は、第二の粒子501の電子放出効率が第一の粒子502のそれよりも大きいというものでなく、第一の粒子502であるグラファイト粒子が電子放出効率において異方性を持ち、第二の粒子501が第一の粒子の姿勢を規整し、電子放出効率の高い端部を陽極側に向かせるためであることが判った。

【0175】（実施例1-8）図6は、本発明の実施例1-8に係わる電子放出素子600、およびそれを使用した電界放出型ディスプレイ装置6000の概略構成図である。

【0176】本実施例の電子放出素子600の製造にあたっては、先ず第1の実施例における電子放出素子100の製造時と同様のプロセスで第1の導電性電極102までの構成を形成した。その後第二の粒子として、テトラポット形状のZnOウィスカー（大きさ：1 \sim 100 μm ）をエタノールやイソプロピルアルコールやアセトンやトルエンなどの揮発性有機溶剤中に分散し、この分散液をガラス支持基板101上に滴下し、スピコートにて余分な液を除去する方法で、第1の導電性電極102上に第二の粒子601をばらまいた。

【0177】次いで、上記の揮発性有機溶剤または適当な界面活性剤を混合した水に炭素繊維（直径：0.1 $\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ 、長さ2 \sim 100 μm ）を分散した液を第1の導電性電極102上に滴下乾燥して第一の粒子302をばらまいた。これによって、第1の導電性電極102上にカーボンファイバーからなる第一の粒子302とウィスカーからなる第二の粒子601が混合した冷陰極部材105が形成され、電子放出素子600が形成される。

【0178】さらに、実施例1-1の電界放出型ディスプレイ装置1000と同様に、陽極支持基板150を電子放出素子600に対向して配置することによって電界放出型ディスプレイ装置6000を構成した。

【0179】なお、電子放出素子600および電界放出型ディスプレイ装置6000その他の構成要素は、実施例1-1に於ける素子100及びディスプレイ装置1000と同様であり、それらの説明はここでは省略する。

【0180】本実施例の素子600について、実施例1-1と同様に電子放出特性を測定したところ、直流電源109の電圧が約500V \sim 2kVのバイアス条件下で、蛍光体薄膜108が発光するのを観測することができた。また、陰極100と陽極間150との間に流れる電流も30 \sim 150 μA と大きく、時間変動も5%以下

と小さく安定していることが確認できた。

【0181】本実施例の素子600の冷陰極部材105をSEMにて観察したところ、図6に示すように第1の導電性電極102に対して立っているカーボンファイバー302が多く存在することが確認できた。ウィスカーは図6の拡大図に示すように3次元のテトラポット形状であり、第1の導電性電極102上では網目状に重なり合っていることが確認できた。また、この網目の隙間部分にカーボンファイバー302が入り込んで立っているのが観察された。

【0182】この素子600においてZnOウィスカー601の代わりに、ほう酸アルミニウムウィスカー、炭化ケイ素ウィスカー、TiC、TiBなど他の材料のウィスカーを用いても、あるいはこれらのウィスカー表面にPt、Au、Ag、Cu、Ni、Rh、Pd、Co、Mo、Cr、Al、Ti、Zn、Snなどの金属をコートしたものをを用いても素子600と同様の結果を得た。

【0183】また、この素子600において、カーボンファイバー302の代わりに、実施例1-1で使用したカーボンナノチューブまたは実施例1-7で使用したグラファイト粒子を用いても、素子600と同様の結果を得られた。

【0184】（比較例1-8）比較のために本実施例の電子放出素子600の第二の粒子（ZnOウィスカー）601をばらまかずに、第一の粒子302だけをばらまいて冷陰極部材105を形成し、他の構成要素は素子600と全く同様にして比較用電子放出素子（1-8）を作製した。そして、これらの素子（1-8）に付いて上記と同様に電子放出特性を調べた。

【0185】その結果、素子（1-8）については、直流電源109の電圧を約2.5kV～10kVして初めて電子放出を確認でき、電子放出素子600に比べて動作電圧が大きくなることが判明した。また、この時の動作電流は7～15μAであり、一定の動作電圧下での動作電流の時間変動は15～25%であった。

【0186】（比較例1-9）また、上記比較例1-8とは逆に、第一の粒子302をばらまかずに、第二の粒子601だけをばらまいた比較用電子放出素子（1-9）も作製し、上記と同様にして電子放出特性を調べた。

【0187】その結果、素子（1-9）については直流電源109の電圧を約3kV～12kVして初めて電子放出を確認でき、動作電圧は少し大きいことが判明した。また、陰極-陽極間に流れる電流も5～10μAと小さく、時間的変動も25～35%であった。

【0188】これらの結果より、ウィスカーからなる第二の粒子601と第一の粒子302を分散して電子放出の動作電圧が小さくなるとともに動作電流が大きくなった原因は、第二の粒子601の電子放出効率が第一の粒子302のそれよりも大きいというものでなく、第一の

粒子302であるカーボンファイバーが電子放出効率において異方性を持ち、第二の粒子601の存在によってカーボンファイバーが立ち、電子放出効率の高い端部が陽極側に向き易くなったためであることが判った。

【0189】（実施例1-9）図7は、本発明の実施例1-9に係わる電子放出素子700、およびそれを使用した電界放出型ディスプレイ装置7000の概略構成図である。

【0190】本実施例の電子放出素子700の製造にあたっては、第1の実施例における電子放出素子100の製造時と同様のプロセスで第1の導電性電極102までの構成を形成した後に、第1の導電性電極102上にAl₂O₃等からなるセラミックやSiO₂、Si₃N₄などの誘電体層702（厚さ：20μm～200μm）をスパッタ法または化学気相成長法（CVD）法により形成した。続いて、第1の導電性電極と同様にしてグリッド電極701となる導電性電極（厚さ：0.1μm～50μm）を積層した後、フォトリソグラフ法またはリフトオフ法を用いて一部を除去して開口部703を形成した。このようにして誘電体スペーサ702およびグリッド電極701を構成した。この時の陰極側の支持基板700を陽極側より見た様子を図7に示した。開口部の大きさはおよそ100μm×200μmであった。

【0191】次に、第二の粒子であるほぼ球状のPt、Au、Ag、Cu、Ni、Rh、Pd、Co、パーマロイなどの金属微粒子を、エタノールやイソプロピルアルコールやアセトンなどの揮発性有機溶剤中に分散し、この分散液をガラス支持基板101上に滴下し、スピナーにて余分な液を除去する方法により、第1の導電性電極102上に第二の粒子103をばらまいた。

【0192】その後、上記の揮発性有機溶剤または適当な界面活性剤を混合した水に、第一の粒子であるカーボンナノチューブを分散した液を開口部703から第1の導電性電極102上に滴下乾燥して第1の微粒子104をばらまいた。これによって、第1の導電性電極102上にカーボンナノチューブからなる第一の粒子104と金属微粒子からなる第二の粒子103との混成粒子からなる冷陰極部材105が形成され、電子放出素子700が形成された。

【0193】次いで、第1の導電性電極102とグリッド電極701間に直流電源704を接続し、さらに実施例1-1の電界放出型ディスプレイ装置1000と同様に、陽極支持基板150を電子放出素子700に対向して配置することによって電界放出型ディスプレイ装置7000を構成した。

【0194】なお、電子放出素子700および電界放出型ディスプレイ装置7000その他の構成要素は、実施例1-1に於ける素子100及びディスプレイ装置1000と同様であり、それらの説明はここでは省略する。

【0195】実施例1-1と同様にして直流電源109

を使って陰極－陽極間に電圧を印加したところ、蛍光体薄膜108が長方形で面状に発光するのを確認された。また、直流電源704の電圧を増減することにより、蛍光体薄膜108の発光の明るさが変化することが確認された。これより冷陰極部材105から放出する電子の数をグリッド電極701によって制御できることが検証できた。

【0196】電界放出型ディスプレイ装置7000において、冷陰極部材105を実施例1-4と同じものに置き換えた場合、実施例1-5と同じものに置き換えた場合、実施例1-6と同じものに置き換えた場合、実施例1-7と同じものに置き換えた場合、実施例1-8と同じものに置き換えた場合についても上記と同様に調べたところ、冷陰極部材105から放出する電子の数をグリッド電極701によって制御できることが確認できた。

【0197】(実施例1-10)図8は、本発明の実施例1-10に係わる電子放出素子800、およびそれを使用した電界放出型ディスプレイ装置8000の概略構成図である。

【0198】本実施例の電子放出素子800の製造にあたっては、まず支持部材としてのガラス支持基板101上に第1の導電性電極102群を形成した。第1の導電性電極102群の形成は真空蒸着あるいはスパッタにより行い、適切なパターンのマスクを使用するかフォトリソグラフ技術を用いることによって、2000本の互いに電氣的に絶縁された矩形の電極パターンを形成した。

【0199】次に、実施例1-9と同様にして第1の導電性電極102群上に開口部703を設けた誘電体スペーサ702およびグリッド電極701を構成した。グリッド電極701は、真空蒸着またはスパッタにて形成する際、第1の導電性電極102群とは直交する方向に所定のパターンのマスクを使用するかフォトリソグラフ技術によって、1100本の電氣的に絶縁された矩形の電極パターンとして形成した。また、開口部703は、第1の導電性電極102とグリッド電極701が交差する部分に1つずつ形成し、結果的に2次元アレイ状に1100×2000個配列した。開口部703の1つの大きさはおよそ100μm×200μmである。この時の陽極側より見た陰極側の支持基板800の一部の様子を図8に示した。

【0200】次に、酢酸3メチルブチル(化学式： $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$)中に重量比1%のニトロセルロースを混合した液にほぼ球状のPt、Au、Ag、Cu、Ni、Rh、Pd、Co、パーマロイなどの金属微粒子(第二の粒子)、およびカーボンナノチューブ(第一の粒子)を分散した混合分散液を調整し、インクジェット(分散液を加圧して細い開口を持ったノズルより液滴を飛ばす方式)のノズルを使って各開口部703に混合液を吐出した。

【0201】その後、30-90℃に加熱して溶媒の酢

酸3メチルブチルを蒸発させた後、空气中で300℃以上に加熱してニトロセルロースを熱分解して除去して、第1の導電性電極102上にカーボンナノチューブからなる第一の粒子104と金属微粒子からなる第二の粒子103が混合した混成粒子からなる冷陰極部材105を全開口部703に構成し、電子放出素子アレイ800を形成した。

【0202】次いで、第1の導電性電極102とグリッド電極701間に直流電源704を接続し、さらに実施例1-1の電界放出型ディスプレイ装置1000と同様に、陽極支持基板150を電子放出素子800に対向して配置することによって電界放出型ディスプレイ装置8000を構成した。

【0203】なお、電子放出素子800および電界放出型ディスプレイ装置8000その他の構成要素は、実施例1-1に於ける素子100及びディスプレイ装置1000と同様であり、それらの説明はここでは省略する。

【0204】実施例1-1と同様にして直流電源109を使って陰極－陽極間に電圧を印加した。その結果、蛍光体薄膜108が面状に発光するのを確認できた。また、直流電源704の電圧を増減することにより、蛍光体薄膜108の発光の明るさが変化することを確認した。これより冷陰極部材105から放出する電子の数をグリッド電極701によって制御できることを確認できた。

【0205】次に、各第1の導電性電極102と各グリッド電極701に順に電圧を印加して行き、33msの間に全陰極部材105にそれぞれ所定の電圧が一通り印加されるようにすると、蛍光体層108からの発光はモノクロ画像を表示した。

【0206】カラー画像を表示する場合は、蛍光体薄膜108として1つ1つの冷陰極部材105に対応してR、G、Bを発色する蛍光体を配置させたものを使用すれば良い。

【0207】また、蛍光体の発光輝度をより高めるために、蛍光体薄膜108の発光をガラス支持基板106側に厚める反射層(例えば、0.05μm～1μmの厚みでA1層)を蛍光体薄膜108の上に積層してもよい。

【0208】電界放出型ディスプレイ装置8000において、冷陰極部材105を実施例1-4と同じものに置き換えた場合、実施例1-5と同じものに置き換えた場合、実施例1-6と同じものに置き換えた場合、実施例1-7と同じものに置き換えた場合、実施例1-8と同じものに置き換えた場合についても上記と同様に調べたところ、画像表示できることが確認された。

【0209】上記の第一の粒子104と第二の粒子103を混合した液を調整する際、第一の粒子104と第二の粒子103の混合比は、重量比1:1～100:1範囲が好ましく、より好適には1:3～1:20の範囲である。

【0210】（実施例1-11）本発明の実施例1-1では、実施例1-1で作製した電子放出素子100の作製手順において、第1の導電性電極102を形成した後、酢酸3メチルブチル中に重量比1%のニトロセルロースを混合した液に、第二の粒子103としてほぼ球状のPt、Au、Ag、Cu、Ni、Rh、Pd、Co、パーマロイなどの金属微粒子を分散した液を調整し、第1の導電性電極102上にこの分散液を塗布した。その後、30-90℃に加熱して溶媒の酢酸3メチルブチルを蒸発させ、第1の導電性電極102および第二の粒子103をニトロセルロースでコートした。

【0211】続いて、この支持基板101をコロナ放電しているコロトロンまたはスコトロンの下をくぐらせて、ニトロセルロースをコートした第1の導電性電極102および第二の粒子103表面を帯電させた後、摩擦によって帯電したカーボンナノチューブの粉塵に接触させた。この際、静電力によってカーボンナノチューブは第1の導電性電極102および第二の粒子103表面に引き寄せられ、第一の粒子104として付着した。

【0212】次に、空気中で300℃以上に加熱してニトロセルロースを熱分解して除去して、第1の導電性電極102上にカーボンナノチューブからなる第一の粒子104と金属微粒子からなる第二の粒子103が混合した混成粒子からなる冷陰極部材105を構成し、電子放出素子100を形成した。

【0213】その他の各構成要素および作製方法は実施例1-1で説明したものと同様であり、それらの説明はここでは省略する。

【0214】実施例1-1と同様に、本実施例の電子放出特性を調べたところ、実施例1-1における素子100と同じ結果を得た。また、球状金属微粒子の代わりに、実施例1-8で使用したウィスカーを第二の粒子103として使用した場合も、同様の結果を得ることができた。

【0215】（実施例1-12）本発明の実施例1-12では、実施例1-1で作製した電子放出素子100の作製手順において、第1の導電性電極102を形成した後、酢酸3メチルブチル中に重量比1%のニトロセルロースを混合した液を第1の導電性電極102上に塗布した。その後、30-90℃に加熱して溶媒の酢酸3メチルブチルを蒸発させ、第1の導電性電極102をニトロセルロースでコートした状態とした。続いて、この支持基板101をコロナ放電しているコロトロンまたはスコトロンの下をくぐらせて、ニトロセルロースをコートした第1の導電性電極102表面を帯電させた。他方、第二の粒子103としてほぼ球状のガラスまたはセラミック粒子、および第一の粒子104としてのカーボンナノチューブの混合粉末を摩擦によって帯電させた。そして、この混合粉末を上記第1の導電性電極102の表面に接触させた。この際、静電力によってガラスまたはセ

ラミック粒子およびカーボンナノチューブは第1の導電性電極102表面に引き寄せられ、それぞれ第一の粒子104および第二の粒子103として付着する。次に、空気中で300℃以上に加熱してニトロセルロースを熱分解して除去して、第1の導電性電極102上にカーボンナノチューブからなる第一の粒子104とガラスまたはセラミック粒子からなる第二の粒子103が混合した冷陰極部材105を構成し、電子放出素子100を形成した。

【0216】その他の各構成要素および作製方法は実施例1-1で説明したものと同様であり、それらの説明はここでは省略する。

【0217】実施例1-1と同様に、本実施例の電子放出特性を調べたところ、実施例1-1における比較用素子（1-3）とほぼ同じ結果であったが、球状のガラスまたはセラミック粒子を用いた場合であっても、第二の粒子を帯電させ静電力により基板上に配置することができることが確認できた。

【0218】（実施例1-13）本発明の実施例1-13では、実施例1-1で作製した電子放出素子100を図9に示すような蛍光灯9000に構成した。

【0219】ガラス支持基板101上に第1の導電性電極102、第二の粒子103および第一の粒子104を順次形成した電子放出素子100を底の平らなフラスコ状ガラス容器901内に配置した。ガラス容器901内壁には第2の導電性電極としてITO透明導電膜902がほぼ全面にコートされ、底の部分にはさらに蛍光体薄膜903が積層してある。

【0220】ガラス容器901内は真空状態で、ガラス容器901の口の部分にはソケットにはめれるように口金904が設けてある。また、ガラス容器901の口の部分には第1の導電性電極102と電気的に接続された取り出し電極905が有り、取り出し電極905と口金904とはガイシ906によって電気的に絶縁されている。ここで、陰極100と蛍光体薄膜903との距離は0.5mm~2mmとした。また、この距離を保つためにこの距離と同じ大きさのガラスファイバーやビーズなどの誘電体スペーサ908を用いた。ガラス容器901を真空封止する際、蛍光灯9000の温度は400~500℃に到達した。

【0221】口金904と取り出し電極905間に直流電源907を使ってバイアス電圧を印加したところ、直流電源907の電圧が約500V~2kVのバイアス条件下で、蛍光体薄膜903が発光するのを観測することができた。

【0222】なお、ガラス支持基板101を金属板に置き換え、導電性電極102を無くしても上記と同様の効果を得ることができた。

【0223】（実施例1-14）本発明の実施例1-14では、実施例1-2で作製した電子放出素子100を

用い、実施例 1-13 と同様にして蛍光灯 9000 に構成した。その他の各構成要素および作製方法は実施例 1-13 で説明したものと同様であり、それらの説明はここでは省略する。

【0224】実施例 1-13 と同様に、本実施例の蛍光灯の特性を調べたところ、直流電源 907 の電圧が約 450V~1.7kV のバイアス条件下で、蛍光体薄膜 903 が発光するのを観測することができた。

【0225】(実施例 1-15) 本発明の実施例 1-15 では、実施例 1-3 で作製した電子放出素子 100 を実施例 1-13 と同様にして蛍光灯 9000 に構成した。その他の各構成要素および作製方法は実施例 1-13 で説明したものと同様であり、それらの説明はここでは省略する。

【0226】実施例 1-13 と同様に、本実施例の蛍光灯の特性を調べたところ、直流電源 907 の電圧が約 500V~2kV のバイアス条件下で、蛍光体薄膜 903 が発光するのを観測することができた。

【0227】(実施例 1-16) 本発明の実施例 1-16 では、実施例 1-11 で作製した電子放出素子 100 を実施例 1-13 と同様にして蛍光灯 9000 に構成した。その他の各構成要素および作製方法は実施例 1-13 で説明したものと同様であり、それらの説明はここでは省略する。

【0228】実施例 1-13 と同様に、本実施例の蛍光灯の特性を調べたところ、直流電源 907 の電圧が約 500V~2kV のバイアス条件下で、蛍光体薄膜 903 が発光するのを観測することができた。

【0229】(実施例 1-17) 本発明の実施例 1-17 では、実施例 1-12 で作製した電子放出素子 100 を実施例 1-13 と同様にして蛍光灯 9000 に構成した。その他の各構成要素および作製方法は実施例 1-13 で説明したものと同様であり、それらの説明はここでは省略する。

【0230】実施例 1-13 と同様に、本実施例の蛍光灯の特性を調べたところ、直流電源 907 の電圧が約 500V~2kV のバイアス条件下で、蛍光体薄膜 903 が発光するのを観測することができた。

【0231】(実施例 1-18) 本発明の実施例 1-18 では、実施例 1-4 で作製した電子放出素子 100 を実施例 1-13 と同様にして蛍光灯 9000 に構成した。その他の各構成要素および作製方法は実施例 1-13 で説明したものと同様であり、それらの説明はここでは省略する。

【0232】実施例 1-13 と同様に、本実施例の蛍光灯の特性を調べたところ、直流電源 907 の電圧が約 500V~2kV のバイアス条件下で、蛍光体薄膜 903 が発光するのを観測することができた。

【0233】(実施例 1-19) 本発明の実施例 1-19 では、実施例 1-5 で作製した電子放出素子 300 を

実施例 1-13 と同様にして蛍光灯 9000 に構成した。その他の各構成要素および作製方法は実施例 1-13 で説明したものと同様であり、それらの説明はここでは省略する。

【0234】実施例 1-13 と同様に、本実施例の蛍光灯の特性を調べたところ、直流電源 907 の電圧が約 500V~2kV のバイアス条件下で、蛍光体薄膜 903 が発光するのを観測することができた。

【0235】(実施例 1-20) 本発明の実施例 1-20 では、実施例 1-6 で作製した電子放出素子 400 を実施例 1-13 と同様にして蛍光灯 9000 に構成した。その他の各構成要素および作製方法は実施例 1-13 で説明したものと同様であり、それらの説明はここでは省略する。

【0236】実施例 1-13 と同様に、本実施例の蛍光灯の特性を調べたところ、直流電源 907 の電圧が約 500V~2kV のバイアス条件下で、蛍光体薄膜 903 が発光するのを観測することができた。

【0237】(実施例 1-21) 本発明の実施例 1-21 では、実施例 1-7 で作製した電子放出素子 500 を実施例 1-13 と同様にして蛍光灯 9000 に構成した。その他の各構成要素および作製方法は実施例 1-13 で説明したものと同様であり、それらの説明はここでは省略する。

【0238】実施例 1-13 と同様に、本実施例の蛍光灯の特性を調べたところ、直流電源 907 の電圧が約 500V~2kV のバイアス条件下で、蛍光体薄膜 903 が発光するのを観測することができた。

【0239】(実施例 1-22) 本発明の実施例 1-22 では、実施例 1-8 で作製した電子放出素子 600 を実施例 1-13 と同様にして蛍光灯 9000 に構成した。その他の各構成要素および作製方法は実施例 1-13 で説明したものと同様であり、それらの説明はここでは省略する。

【0240】実施例 1-13 と同様に、本実施例の蛍光灯の特性を調べたところ、直流電源 907 の電圧が約 500V~2kV のバイアス条件下で、蛍光体薄膜 903 が発光するのを観測することができた。

【0241】(実施例 1-23) 本発明の実施例 1-23 では、実施例 1-3 で作製した電子放出素子 100 の作製手順において、第一の粒子 104 および第二の粒子 103 を重量比 1% のニトロセルロースを混合した酢酸 3 メチルブチルに混合して懸濁液を作製し、この液を実施例 1-10 と同様にインクジェットのノズルを使って第 1 の導電性電極 102 上に塗布乾燥した。その後、空气中で 300℃ 以上に加熱してニトロセルロースを熱分解して除去し、第 1 の導電性電極 102 上にカーボンナノチューブからなる第一の粒子 104 と金属微粒子からなる第二の粒子 103 が混合した冷陰極部材 105 を構成し、電子放出素子 100 を形成した。その他の構成要

素および作製方法は実施例 1-3 で説明したものと同様であり、それらの説明は省略する。

【0242】本実施例で作製した電子放出素子 100 を実施例 1-13 と同様にして蛍光灯 9000 を構成した。その他の各構成要素および作製方法は実施例 1-13 で説明したものと同様であり、それらの説明はここでは省略する。

【0243】実施例 1-13 と同様に、本実施例の蛍光灯の特性を調べたところ、直流電源 907 の電圧が約 500V ~ 2kV のバイアス条件下で、蛍光体薄膜 903 が発光するのを観測することができた。

【0244】(実施例 1-24) 図 10 は、本発明の実施例 1-24 に係わる電子放出素子 1001、およびそれを用いた蛍光灯 10000 の概略構成図である。以下に、図 10 を参照しながら、電子放出素子 1001 や蛍光灯 10000 の構成や製造方法を説明する。

【0245】第 1 の導電性電極 1002 として Al、Al-Li 合金、Mg、Mg-Ag 合金、Au、Pt、Ag、Fe、Ni、Cu、Cr、W、Mo、Ta または Ti などの金属薄膜をスパッタ法あるいは真空蒸着法により形成した円筒形のガラス支持部材 1003 上に、第二の粒子として、ほぼ球状の Pt、Au、Ag、Cu、Ni、Rh、Pd、Co、Cu-Sn 合金、Cu-Zn 合金、Cu-Ni-Zn 合金、Cu-Pb 合金、Cu-Pb-Sn 合金、Cu-Co 合金、Cu-Fe-Mn 合金、Fe-Cr 合金、Fe-Si 合金、Fe-Mo 合金、Fe-Mn 合金、Fe-W 合金、Fe-V 合金、Fe-Nb 合金、ステンレス、パーマロイなどの材質からなる金属微粒子（粒径：0.1 ~ 8 μm）をエタノールやイソプロピルアルコールやアセトンやトルエンなどの揮発性有機溶剤中に分散した。この分散液を第 1 の導電性電極 1002 表面全体に滴下し、乾燥させて第 1 の導電性電極 1002 上に第二の粒子 1004 をばらまいた。

【0246】その後、上記の揮発性有機溶剤または適当な界面活性剤を混合した水に第一の粒子としてのカーボンナノチューブ（直径：0.5 nm ~ 100 nm、長さ 2 ~ 10 μm）を分散した液を第 1 の導電性電極 1002 上に滴下乾燥して第 1 の微粒子 1005 をばらまいた。これによって、第 1 の導電性電極 1002 上にカーボンナノチューブからなる第一の粒子 1005 と金属微粒子からなる第二の粒子 1004 が混合した混成粒子からなる冷陰極部材 1006 が形成され、電子放出素子 1001 が形成された。

【0247】この電子放出素子 1001 を陰極とし、それに対向するように、円筒ガラス支持基板 1007 の内壁面上に第 2 の導電性電極 1008 として ITO、SnO₂、ZnO などからなる透明電極、および蛍光体薄膜 1009 を積層した陽極支持基板 1500 を配置し、陽極および陰極間を真空にして円筒ガラス支持基板 100

3、1007 の両端部を封止する。これによって蛍光灯 10000 を構成した。但し、陰極 100 と陽極 150 との距離は 0.5 mm ~ 5 mm とし、この距離を保つためにガラス板を誘電体スペーサ 1010 として適所に配置した。また封止の際、蛍光灯 10000 の温度は 400 ~ 500 °C に到達した。

【0248】なお、誘電体スペーサ 1010 には、ガラス板他にガラスビーズやガラスファイバーを使用してもよい。

【0249】上記のような蛍光灯 10000 の陰極 1001 と陽極 1500 との間に直流電源 1011 を使ってバイアス電圧を印加した。その結果、直流電源 1011 の電圧が約 500V ~ 5kV のバイアス条件下で、冷陰極部材 1006 の表面から真空中に電子が放出され、この放出された電子が、直流電源 1011 による電界によって加速されて蛍光体薄膜 1009 と衝突し、蛍光体薄膜 1009 が発光するのを観測することができた。また、発光輝度の時間変動も 5% 以下と小さく動作が安定していることが確認できた。

【0250】また、以上の実施例 1-1 ~ 1-24 において、陽極-陰極間への電圧印加手段として直流電源を使用した。交流電源でも、直流電圧を重ねた交流電圧、あるいは交流電源に半波整流回路や全波整流回路を設けたものでも良い。

【0251】また、以上の実施例 1-1 ~ 1-24 において、ガラス支持基板 101、106、1003 は、例えば耐熱性ガラス（パイレックス（登録商標）ガラス、コーニング #7740、#7059 など）や石英支持基板、あるいは各種セラミックス材料（アルミナなど）、各種ガラスセラミックス（グリーンシート）からなる支持基板を使用することができる。

【0252】実施例 1-13 ~ 1-24 における誘電体スペーサ 908、1010 には、ガラスの他にセラミックス、ガラスセラミックスなども使用できる。また、実施例 1-1 ~ 1-12 の電界放出型ディスプレイにおいても陰極-陽極間の距離を保つために上記のような誘電体スペーサを使用してもよい。

【0253】以上から分かるように、上記に記載した実施例の電子放出素子は低動作電圧で、動作電流が大きく、放電性能が安定している。また従来手法では、ポリシラン塗布工程（洗浄工程、ポリシラン塗布工程）、UV 照射工程（アライメント工程、UV 照射工程）が必要であり、その分、高コストであるが、上記実施例に記載した方法によればこれらの工程は必要ない。これらの実施例で裏付けられる本発明によると、単純な塗布工程または印刷工程により、大面積に冷陰極部材を配置することができるので、電子放出素子および大型の電界放出型ディスプレイ装置および蛍光灯を低コストで作製することができる。

〔第 2 発明群における実施例群〕 以下では、第 2 発明群

の内容を実施例に基づいて具体的に説明する。なお、各図に示す部材のうち機能が同一のものは、同一の参照番号を付し、説明を省略する。

【実施例 2-1】図 12~15 に基づいて、本発明の実施例 2-1 の電子放出素子を説明する。図 12 は本発明の実施例 2-1 である電子放出素子の概略断面図を示すものであり、図 13 は、テトラポット形状ウイスキー粒子の拡大図である。

【0254】図 12 に示す電子放出素子は、ガラス板からなる支持基板 2011 上に、アルミニウム膜からなる電子搬送部材 2001（導電層）が形成され、この電子搬送部材 2001 上に、多足形状物質の一つの形態である、足が 4 本のテトラポット形状ウイスキー 2002 a（第一の粒子）と、導電性粒子の一つの形態であるカーボンファイバー 2002 c（第二の粒子）とを含む電子放出材料 2002（混成粒子）が固着された構造である。ここで、電子放出材料 2002 が固着された領域が電子放出部 2003（冷陰極部材）となる。

【0255】この実施例の電子放出素子の製造方法を説明する。図 14 (a)~(c) は、製造手順の概略を示す工程図である。まず、テトラポット形状ウイスキー 2002 a と炭素繊維からなる導電性粒子 2002 c とを溶媒 2002 d に分散させた混合分散溶液を作製する（図 14 (a)）。上記分散溶媒 2002 d としては、好ましくは真空中で用いる蛍光灯の塗布に使用される溶媒、例えば酢酸イソアミル 9% とニトロセルロース 1% の混合物などを使用することが好ましい。なお、このような溶媒を以下、ピークルと称する。

【0256】次に、支持基板 2011 に形成された $0.01\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ 、好ましくは $0.1\mu\text{m}\sim 1\mu\text{m}$ 程度の厚みのアルミニウム膜からなる導電層（電子搬送部材 2001）の上に上記混合分散溶液を塗布し（図 14 (b)）、加熱してピークルを蒸発除去して、支持基板 2011 上にテトラポット形状ウイスキー 2002 a と炭素繊維粒子との混成粒子からなる電子放出材料を電子搬送部材 2001 上に配置する（図 14 (c)）。これにより、実施例 2-1 の電子放出素子が完成する。

【0257】この電子放出素子は電子放出部 2003（冷陰極部材）の構造に特徴を有する。すなわち、テトラポット形状ウイスキー 2002 a の 4 本の足の何れかが空間に突出し、他の足が電子搬送部材（導電層）2001 に接触している。また、電子放出材料を組成するもう一つの材料である導電性粒子 2002 c（炭素繊維粒子）の一部は、上記テトラポット形状ウイスキー 2002 a の足下（電子搬送部材 2001 側）に集積し、他の一部はテトラポット形状ウイスキー 2002 a の表面に突起物として付着している。この構造の素子では、空間に突出したテトラポット形状ウイスキー 2002 a の足先が電子放出先端として機能するとともに、テトラポット形状ウイスキー 2002 a の表面に付着した炭素繊維

粒子の先端が電界集中効果の高い電子放出先端として機能する。

【0258】他方、テトラポット形状ウイスキー 2002 a の足下に集積した炭素繊維粒子が、電子搬送部材 2001 からテトラポット形状ウイスキー 2002 a への電子流入を容易にする導電体として機能する。

【0259】以上から、この構成であると、低電圧で大電流放出が可能な電子放出素子を、殆どコスト上昇を伴うことなくして実現することができる。

【0260】ここで、この実施例におけるテトラポット形状ウイスキー（第一の粒子）は平均は 20 ミクロン程度であり、導電性粒子としてのカーボンファイバー（第二の粒子）は、径がサブミクロン（ $0.1\sim 0.9\mu\text{m}$ ）、長さがミクロンサイズであった。

【0261】上記塗布の手段としては、特に限定されることはないが、例えば次のような方法を用いることができる。その第一としては、上記分散溶液を予め所定形状の領域に塗布する方法であり、具体的には、印刷法とキャスト法が例示できる。印刷法は、塗布対象となる基板面が平坦で塗布に際して障害となる凹凸（構造物の形成を含む）がない場合に適する。他方、キャスト法は、ディスペンサーなどを用いて必要量の分散溶液を所定領域に滴下する方法であるので、基板面に凹凸があっても塗布が可能である。

【0262】その第二としては、基板表面の全面に塗布し、その後に塗布面を所定形状に整形する方法であり、具体的には、スピコート法やディップ（浸漬）法を用いて基板表面の全面に塗布し溶媒を除去した後に、不要な塗布面を削り取る方法や、ホトグラフィー法を利用する方法が例示できる。これらの方法によると、塗布操作の効率がよいとともに、微細加工がし易いという利点がある。

【0263】なお、テトラポット形状ウイスキーや繊維状粒子は折れやすいので、ウイスキーや繊維に無用に応力が作用しない塗布手段を用いるのが好ましい。

【0264】ここで、テトラポット形状ウイスキーとしては、特に限定されないが例えば ZnO を原料とする「パナテトラ」（商品名；松下アムテック株式会社製）を用いることができる。ウイスキーのサイズも特に限定されないが、一般には $10\mu\text{m}$ 前後（例えば $1\mu\text{m}\sim 30\mu\text{m}$ ）のものを使用する。

【0265】更に、上記では 4 本足のテトラポット形状ウイスキーを使用した。足の数は 4 本に限定されるものではなく、3 本以上であればよい。3 本以上であれば、その内の少なくとも 1 本を空間に突出させ、他の足で自立させることができるからである。なお、本明細書では 3 本以上の足を持つ粒子を多足形状粒子と称する。

【0266】また、上記導電性粒子としては、良導電性でかつ低電界電子放出性の両方の特性を兼ね備えた材質・形状のものが好ましい。このような材料としては、例

例えば炭素繊維、カーボン・ナノ・チューブ、ウィスカー等が挙げられ、このうち特に六炭素環の σ 結合の切れた部分を有するグラファイトを主成分とする導電性粒子が、低電界で大電流放電が望め、かつ材料物性としての安定性にも優れるので好ましい。

【実施例 2-2】実施例 2-2 は、製造方法を変えることにより、テトラポット形状ウィスカーの表面により多くの炭素繊維粒子が付着した混成粒子を作製した。そして、これを電子放出材料としたこと以外は、前記実施例 2-1 と同様である。よって、ここでは製造方法を中心

に説明する。

【0267】図 15 にこの実施例における製造工程を説明するための概念図を示した。この図を実施例 2-2 の素子の製造方法を説明する。

【0268】まず、テトラポット形状ウィスカーを前記と同様な溶媒（ビークル）に分散させた第一分散溶液作製し、この第一分散溶液を支持基板 2011 上の導電層（電子搬送部材 2001）に塗布する（図 15

(b)）。この後、塗布面を加熱乾燥してテトラポット形状ウィスカーのみを支持基板 2011 上に配置する（図 15 (c)）。

【0269】次に、導電性の繊維状粒子である炭素繊維を前記と同様な溶媒に分散させた第二分散溶液作製し、この第二分散溶液（図 15 (d)）を上記で支持基板 2011 上に配置したテトラポット形状ウィスカーの上に塗布する（図 15 (e)）。この後、塗布面を加熱乾燥して炭素繊維をテトラポット形状ウィスカーの表面および導電層の表面に付着させる（図 15 (f)）。

【0270】これにより実施例 2-2 の電子放出素子が完成するが、この製法では初めにテトラポット形状ウィスカーを塗布し、その後炭素繊維を塗布するので、混合分散溶液を用いて 2 つの粒子を一度に塗布する実施例 2-1 の場合に比較し、テトラポット形状ウィスカーの表面により多くの炭素繊維が突起状に付着する。そして、より多く付着したこの炭素繊維の先端は、電子放出先端として機能する。したがって、この実施例によると、より高い電子放出密度をより低い電圧で実現することができる。

【0271】また、この方法によると、各々の粒子の比重差に起因する不都合が回避できる。具体的には、複数種類の粒子を同一溶液中に分散した混合分散溶液を用いた場合、各々の粒子の比重差が大きいと、不均一な分散溶液となるために、塗布面の粒子組成も不均一になる。然るに、単一種類の粒子を分散した分散溶液であるところのようなことがない。

【0272】ところで、本発明では、主たる役割が電子放出である粒子を電子放出用粒子（第一の粒子）といい、主たる役割が電子放出用粒子への電子の流入時の抵抗を緩和し、または／および電子放出用粒子の姿勢を電子放出に有利なように規整するものを姿勢規整用粒子

（第二の粒子）という。この使い分けによると、実施例 2-2 におけるテトラポット形状ウィスカーは炭素繊維が電子放出し易いようにその姿勢を規整する姿勢規整用粒子（第二の粒子）であり、炭素粒子は電子放出用粒子（第一の粒子）となる。但し、テトラポット形状ウィスカーからも電子放出がなされることは勿論であり、いずれに分類されるかは全体のバランスを考慮し相対的に決定される。

【0273】なお、この実施例においても、実施例 2-1 に記載した塗布手段を採用することができる。

【実施例 2-3】実施例 2-3 は、テトラポット形状ウィスカーの足下により多くの炭素繊維粒子が集積した構造の混成粒子を電子放出材料としたこと以外は、前記実施例 2-1 と同様である。また、前記実施例 2-2 に記載した製造方法とは、第一、第二の分散溶液の組成が異なる点を除き同様な製造方法が用いられている。以下、図 16 を参照しながら、炭素繊維粒子をテトラポット形状ウィスカーの足下により多く集積させるための製造方法を説明する。

【0274】まず、炭素繊維粒子を前記と同様な溶媒（ビークル）に分散させた第一分散溶液（図 16

(a)）を作製し、この第一分散溶液を支持基板 2011 上の導電層（電子搬送部材 2001）に塗布する（図 16 (b)）。この後、塗布面を加熱乾燥して炭素繊維粒子のみを支持基板 2011 上に配置する（図 16 (c)）。

【0275】次に、テトラポット形状ウィスカー粒子を前記と同様な溶媒に分散させた第二分散溶液作製し、この第二分散溶液（図 16 (d)）を上記で支持基板 2011 上に配置した炭素繊維粒子 2002c 上に塗布する（図 16 (e)）。この後、塗布面を加熱乾燥してテトラポット形状ウィスカーの足下に炭素繊維粒子がより多く集積した構造の電子放出部（冷陰極部材）を形成する（図 16 (f)）。

【0276】これにより実施例 2-3 の電子放出素子が完成する。この製法では初めに炭素繊維粒子を塗布し、その後にテトラポット形状ウィスカー粒子を塗布する点で前記実施例 2-2 と相違し、この製法によると、電子放出材料への電子の流入が円滑になされる電子放出素子を製造することができる。なぜなら、テトラポット形状ウィスカー粒子の足の先端は極めて細いので導電層（電子搬送部材 2001）との間の電気抵抗が大きい、この構成であると、テトラポット形状ウィスカー粒子の足下に導電性を有する炭素繊維が集積し電気抵抗を低減させるように機能するからである。

【0277】なお、この実施例におけるテトラポット形状ウィスカー粒子は電子放出用粒子（第一の粒子）であり、炭素繊維粒子は電子放出粒子を支える姿勢規整粒子（第二の粒子）に相当することになる。但し、この例における第二の粒子の役割は、導電性改善効果が主であ

り、姿勢を規整する作用は小さい。

【実施例 2-4】この実施例は支持基板の導電層（電子搬送部材 2001）上に予め接着層を形成し、この接着層を利用して電子放出材料を導電層上に固着させる製造方法を用いた点に特徴を有し、これ以外の要素については上記実施例 2-1 の構成と同様である。以下、図 17（a）～（d）を参照しながら説明する。

【0278】まず、アルミニウム膜からなる導電層（電子放出部材 2001）が形成されたガラス板製の支持基板 2011 上に、感光性樹脂からなる接着層 2005 を形成した（図 17（a））。ここで、感光性樹脂としては、東京応化製ポジ型フォトリソ：OFPR-5000 を用い、ペースト状のレジストをスピンコート法により、導電層上に $2\mu\text{m}$ ～ $6\mu\text{m}$ の厚みに塗布した。

【0279】上記塗布の後、ホットプレートにて 90°C ・ 90 秒間のプリベークを行った。なお、この時点では塗布された感光性レジストは接着性を持たないが、この後の処理により接着性が出現することとなる。

【0280】更に感光性レジストからなる接着層 2005 に対し露光・現像を行ない、接着層 2005 を、電子放出部（冷陰極部材）を形成するのに都合のよい形状、大きさにパターンニングした（図 17（b））。露光条件は $100\text{mW}/\text{cm}^2$ とした。また現像は NMD-3 を用い、静止パドル現像を行った。

【0281】次に、前記したテトラポット形状ウイスキー粒子と炭素繊維粒子とを溶媒（ピークル）に分散し、混合分散溶液を作製した。この混合分散溶液を上記でパターン形成した基板上に塗布した（図 17（c））。この場合における塗布法としては、例えばスピンコート法やキャスト法を用いることができる。なお、テトラポット形状ウイスキーと炭素繊維粒子との混成粒子は電子放出材料として機能するものである。

【0282】上記混合分散溶液の塗布の後、支持基板 2011 を 160°C ・ 3 分間の熱処理を行った。この温度はフォトリソ；OFPR 5000 のポストベーク温度より高い温度であり、この熱処理により上記でパターン化された接着層 2005（レジストパターン）が軟化して接着性を帯びる。よって、テトラポット形状ウイスキーと炭素繊維粒子とからなる混成粒子がパターン化された接着層 2005 に選択的に接着される。そこで、この後に未接着の混成粒子を基板上から除去した。

【0283】未接着の混成粒子を基板上から除去する方法としては、テトラポット形状ウイスキー等に損傷を与え難い非接触な方法が好ましく、このような方法としては、基板面に対して純水をシャワー状に噴射する方法が例示できる。

【0284】以上により、支持基板 2011 上に複数の電子放出部（冷陰極部材）がパターン形成された電子放出素子が完成する（図 17（d））。この電子放出素子では、電子放出材料が接着層 2005 により基板に接着

されているので、耐久性・安定性に優れる。また、この方法によると、接着層をパターンニングすることにより電子放出材料に外力を加えることなく、電子放出部をパターンニング形成することができる。したがって、パターンニングに際しテトラポット形状ウイスキー粒子の足が折れ、これに起因して素子の性能が低下するという問題が発生しない。

【0285】ところで、上記では接着層 2005 を形成する材料として加熱処理により接着力が発現する感光性レジストを用いたが、これに限るものではなく、接着作用を有し、かつパターン化できる材料であれば感光性レジストでなくともよい。

【0286】また、感光性レジスト 2005 を基板全面に塗布した後、パターンニングを行い、その後、接着力を発現させたが、これに限るものでもない。電子放出材料を接着させた後にパターンニングしてもよい。また、印刷法やキャスト法等を用い接着層 2005 自体を当初からパターン化して塗布する方法を採用することもできる。

【0287】また、上記では、電子放出材料を混合分散溶液を用いて電子放出材料を接着層に塗布したが、混合粉末を直接基板上に降りかける方法を採用することもできる。

【0288】また、この実施例においては、電子放出材料と電子搬送部材との接触の機会を高めるために、第一の粒子（例えばテトラポット形状ウイスキー粒子）よりも大きさ又は体積の小さい粒子を第二の粒子とするのが好ましい。

【実施例 2-5】接着層 2005 に導電性粒子を配合したこと以外は、上記実施例 2-4 と同様である。具体的には、前記フォトリソ（OFPR-5000）に適量の炭素粒子を配合したものを用い、その他の事項については実施例 2-4 と同様にして実施例 2-5 にかかる電子放出素子を作製した。

【0289】この実施例は、電子搬送部材 2001 と電子放出材料 2002 との間の導電性が向上させることができる点で好ましい。

【0290】ここで、上記導電粒子としては、上記炭素繊維粒子等も使用可能であるが、接着層に導電性を付与することを目的とするものであるため、導電性に優れ、かつ感光性レジストの露光・現像およびパターンニングの解像度に悪影響を与えない大きさ・形状・材質であることが望ましい。なお、この用途に直接使用できるものとして、液晶表示装置に使用されているカラーフィルター・ブラックマトリックス用フォトリソ（例えば東京応化製：PMER 6020EK など）が挙げられる。これは、適度な粒径のカーボン粒子が適度な濃度に配合されているので都合がよい。

【実施例 2-6】電子放出材料としてテトラポット形状ウイスキー粒子のみを用いたこと以外は、上記実施例 2

－５と同様にして実施例２－６にかかる電子放出素子を作製した。

【０２９１】この実施例は、テトラポット形状ウィスカー粒子のみであっても電子放出材料と電子搬送部材との導通が確保できることを確認するための実施例である。実際の導通テストにより導通が確保されていることが確かめられた。

（実施例２－７）上記実施例２－６では、（i）感光性レジストペースト塗布→（ii）９０℃・９０分のプリベーク→（iii）パターンニング→（iv）混成粒子分散溶

液の塗布→（v）１６０℃・３分の熱処理→（vi）未接着粒子の除去、からなる工程を採用したが、実施例２－７では、上記（v）工程をなくし、上記（iii）工程と

（iii）工程の間に１６０℃・３分間の熱処理を行う工程を挿入し、更に上記（iv）工程に代えて混成粒子を降りかける工程を採用した。その他の工程については、実施例２－６と同様に行って、実施例２－７にかかる電子放出素子を作製した。

【０２９２】この製法であると、電子放出材料を降りかける方法により、基板上にパターン化された電子放出部（冷陰極部材）を形成することができる。なお、この実施例においては、未接着粒子を除去する（vi）工程の後に、下記する焼成工程を付加することもできる。

（実施例２－８）実施例２－４における図１７（d）の後に、更に接着層２００５を焼成する工程を付加したことを除き、上記実施例２－５と同様にして実施例２－７

にかかる電子放出素子を作製した。

【０２９３】具体的には、接着層２００５に接着されていない未接着の混成粒子を基板上から除去した後に、支持基板２０１１全体を５００℃・１時間の加熱処理を行った。この温度は、レジストOFPR５０００のバーンアウト温度以上の温度である。したがって、接着層を形成しているレジストOFPR５０００が焼失する。但し、電子放出材料が直接接触した部分、すなわち電子放出材料と導電層（電子搬送部材２００１）との間には、レジスト由来の微量の炭素または炭素質が残留する。そして、この残留物（炭素又は炭素質粒子）が電子放出材料と導電層との導通を図るように作用するとともに、電子放出材料を導電層に固着するように作用する。したがって、この実施例によると、微量に残留する微量の炭素または炭素質によりテトラポット形状ウィスカー粒子等の電子放出材料が基板面に確実に固着され、かつが電子放出材料と導電層（電子搬送部材２００１）との導通が図られる。

【０２９４】また、有機物である感光性レジスト（接着層）が完全に除去されているので、電子放出装置を構成し長期間駆動させた場合においても、レジスト成分の昇化に起因する装置性能の低下がない。したがって、この実施例によると、電子放出性能に優れた信頼性の高い電子放出素子が提供できる。

【０２９５】更に、この実施例に記載した製法によると、炭素又は炭素質残留物が電子放出材料と導電層との導通を向上させるので、第二の粒子を配合した混成粒子を必ずしも用いなくてもよい。

（実施例２－９）実施例２－１の電子放出素子を用いて図１８に示すような電子源を作製した。図１８は電子源の概略構成図である。この図に示すように、実施例２－９の電子源は、ガラス製の支持基板２０１１と、この上にマトリックス状に形成された複数の電子放出部（冷陰極部材）２００３と、電子放出材料２００２aより引き出す電子量を制御する電子引き出し電極２００４を基本構成要素として構成されている。

【０２９６】ここで電子放出部２００３の一部である電子搬送部材２００１は、電子放出部材に電子放出のための電気信号を伝達する回路に接続されており、この電気信号に応じて電子放出素子から電子が放出されるように構成されている。そして、電子搬送部材２００１とこれに続く上記回路は、支持基板２０１１上にパターン状に形成されている。

【０２９７】この電子源は、電子放出特性に優れた実施例２－１の電子放出素子を利用しているので、低電圧で大電流放電が可能であり且つ安定したエミッション電流の取り出しが実現できた。なお、この実施例では前記実施例２－１に記載した電子放出素子を用いて電子源を構成したが、これに限られるものではなく、電子源用の電子放出素子として実施例２－２～実施例２－８の素子を利用できることは勿論である。

【０２９８】（実施例２－１０）上記実施例２－９の電子源を用いて図１９（概略構成図）に示すような画像表示装置を作製した。この画像表示装置は、図１９に示すように、電子搬送部材２００１と電子放出部（冷陰極部材）２００３が形成されたガラス製の支持基板２０１１と、支持基板２０１１に対向する基板であって、内側面に蛍光体が塗布されたアノード電極が形成されたガラス製のアノード支持基板２０１２と、側面を覆おう補助部材２０１３と、上記両基板の中間に配置された電子引き出し電極２００４と、を有する。そして、支持基板２０１１、補助部材２０１３、および対向基板２０１２とで密閉した外囲器が構成されており、この外囲器の内部は真空になっている。なお、電子引き出し電極２００４は電子放出材料２００２aより引き出す電子量を制御するものであり、電子引き出し電極２００４で引き出された電子がアノード電極表面の蛍光体に衝突し発光することにより画像が表示されるように構成されている。

【０２９９】この画像表示装置は、電子源として低電圧で大電流放電が可能であり且つ安定したエミッション電流が取り出せる上記実施例２－９の電子源が使用されている。したがって、低電圧駆動で高品質な画像表示が実現できた。

【０３００】以上のように第二発明群の発明によると、

テトラポット形状ウイスキーの様な足の折れ易い多足形状物質を支持基板上に好適な状態のままで固着・配置できる。このような本発明によると多足形状物質の電子放出材料としての優れた特性が十分に発揮されるので、電子放出素子の高性能化が実現することになる。

【0301】

【発明の効果】本発明によれば、カーボンナノチューブやカーボンファイバーなどの電子放出効率の異なる微粒子を混合した混成粒子などを大面積に少ない作業工程数で生産性よく配置し固定できる。そして、混成粒子を含んでなる本発明にかかる冷陰極部材は、低電圧駆動で、大きな動作電流を取り出せ、しかも電子放出性能が安定しているという優れた電子放出特性を有する。よって、このような冷陰極部材を用いた一連の本発明によると、高性能な電子放出素子、電子源、画像表示装置、蛍光灯等を低コストでもって提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第一発明群の実施例における電子放出素子、およびそれを用いて構成される電界放出型ディスプレイ装置の構成を模式的に示す図である。

【図2】図2は、第一発明群の実施例における比較用に構成した電子放出素子を模式的に示す図である。

【図3】第一発明群の実施例における電子放出素子、およびそれを用いて構成される電界放出型発光装置の構成を模式的に示す図である。

【図4】第一発明群の他の実施例における電子放出素子、およびそれを用いて構成される電界放出型発光装置の構成を模式的に示す図である。

【図5】第一発明群の他の実施例における電子放出素子、およびそれを用いて構成される電界放出型発光装置の構成を模式的に示す図である。

【図6】第一発明群の他の実施例における電子放出素子、およびそれを用いて構成される電界放出型発光装置の構成を模式的に示す図である。

【図7】第一発明群の他の実施例における電子放出素子、およびそれを用いて構成される電界放出型発光装置の構成を模式的に示す図である。

【図8】図7に示す電子放出素子をアレイ状に構成した電子放出素子、およびそれを用いて構成される電界放出型発光装置の構成を模式的に示す図である。

【図9】本発明の他の実施例における電子放出素子、およびそれを用いて構成される蛍光灯の構成を模式的に示す図である。

【図10】第一発明群の他の実施例における放出素子、およびそれを用いて構成される蛍光灯の構成を模式的に示す図である。

【図11】従来技術による電子放出素子の構成および作製方法を模式的に示す図である。

【図12】第2発明群の実施例2-1の電子放出素子の概略断面図である。

【図13】テトラポット形状ウイスキー粒子の拡大図である。

【図14】第2発明群の実施例2-1における電子放出素子の製造方法の概略工程である。

【図15】第2発明群の実施例2-2における電子放出素子の製造方法の概略工程である。

【図16】第2発明群の実施例2-3における電子放出素子の製造方法の概略工程である。

【図17】第2発明群の実施例2-4における電子放出素子の製造方法の概略工程である。

【図18】第2発明群の実施例2-9にかかる電子源の概略構成図である。

【図19】第2発明群の実施例2-10にかかる画像表示装置の概略構成図である。

【図20】ZnOウイスキーを用いた従来の電子放出素子を説明するための図である。

【符号の説明】

101, 106, 1003, 1003, 1007

ガラス基板

102, 1002

第1の導電性電極

103, 301, 401, 501, 601, 1004

第2の粒子

104, 302, 502, 1005

第1の粒子

105, 1006

冷陰極部材

107, 902, 1008

第2の導電性電極

108, 903, 1009

蛍光体薄膜

109, 704, 907, 1011

直流電源

100, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 1001

陰極

150

陽極

1000, 3000, 4000, 5000, 6000,

7000, 8000 電界放出型ディスプレイ装置

701 グリッド電極 (引き出し電極)

702, 908, 1010 誘電体スペーサ

703 開口部

901 ガラス容器

904 口金

905 取り出し電極

906 ガイシ

9000, 10000 蛍光灯

2001 電子搬送部材 (導電層)

2002 電子放出材料 (混成粒子)

2002a テトラポット形状ウイスキー (第1の粒

子)

2002c カーボンファイバー (第2の粒子)

2002d 溶媒

2003 電子放出部 (冷陰極部材)

2004 電子引き出し電極

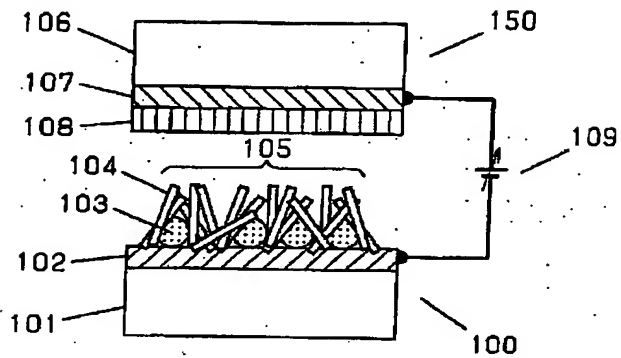
2005 接着層

2011 支持基板

2012 対向基板

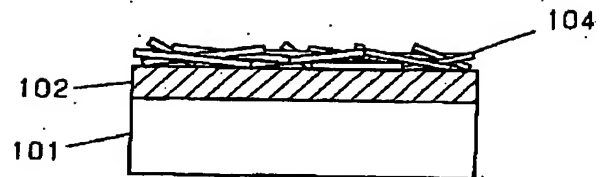
2013 補助部材

【図1】

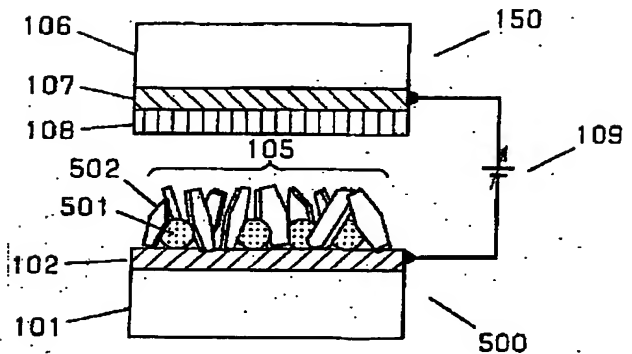


1000

【図2】

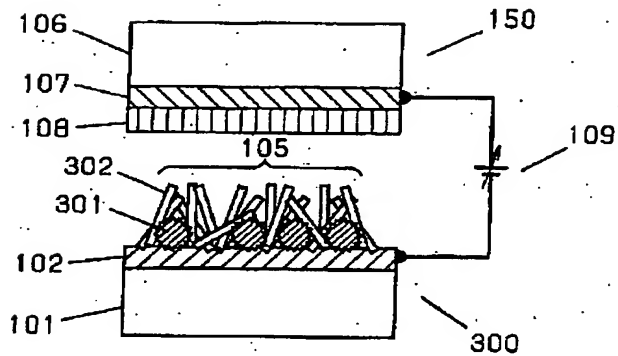


【図5】



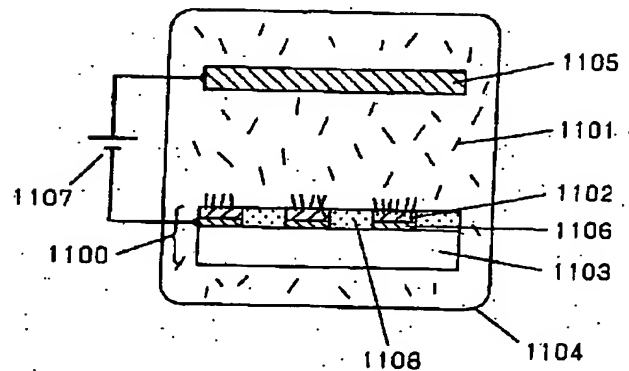
5000

【図3】

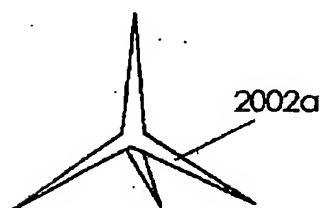


3000

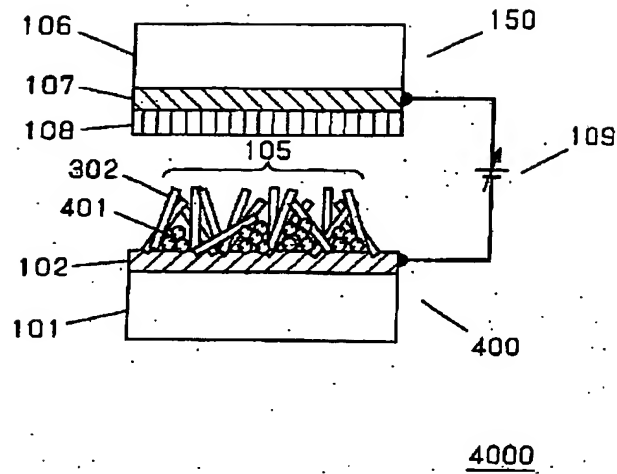
【図11】



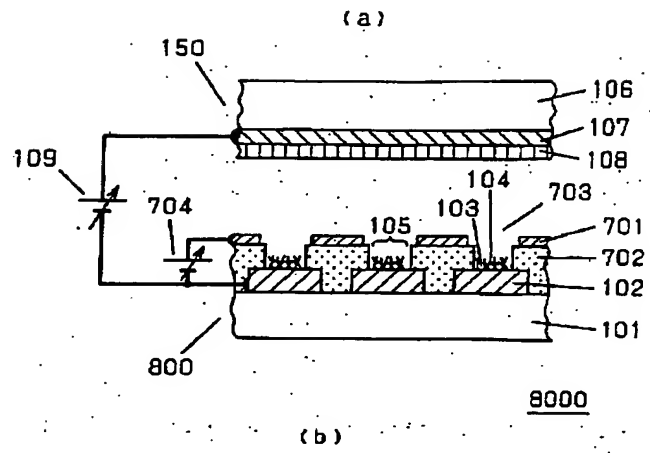
【図13】



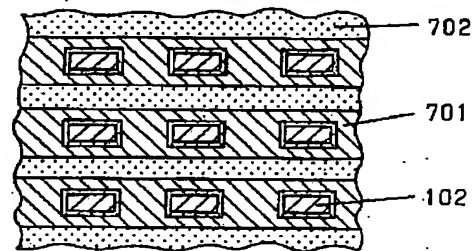
【図 4】



【図 8】

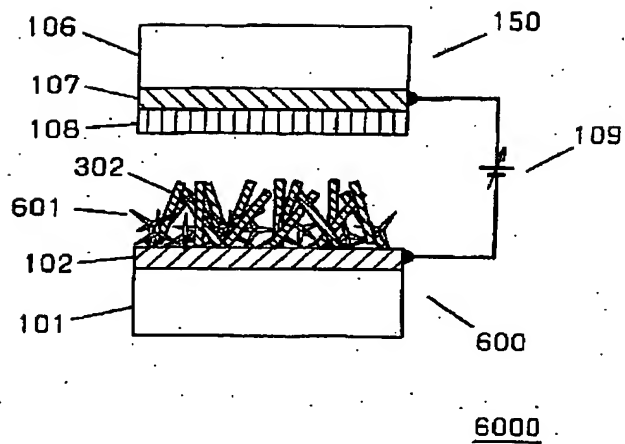


(図 8 150 側から図 800 を見た図)



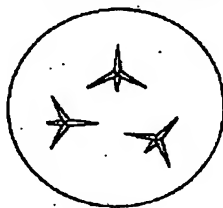
【図 6】

(a)

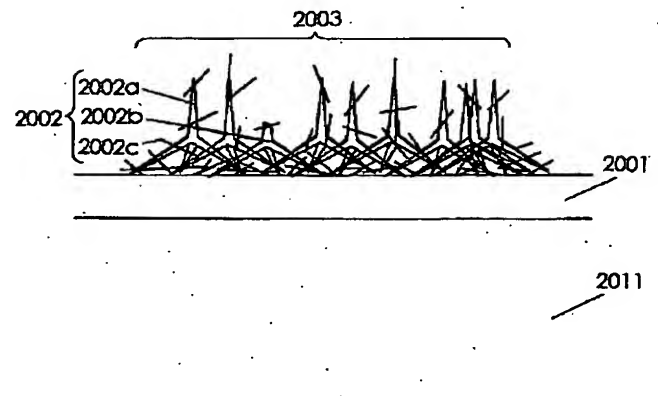


(b)

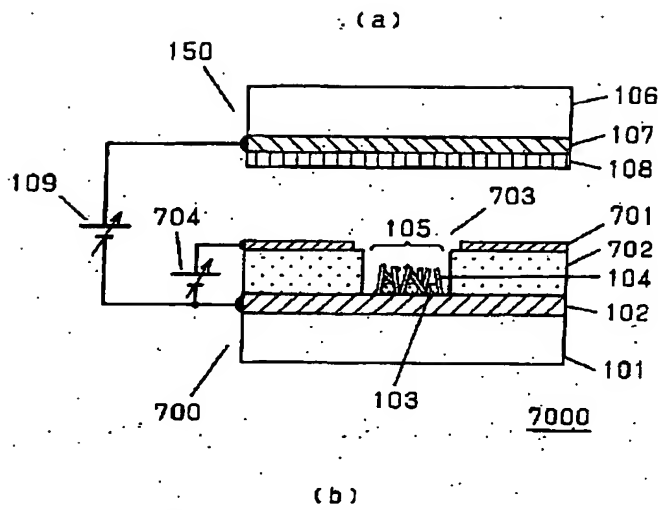
ウィスカの拡大図



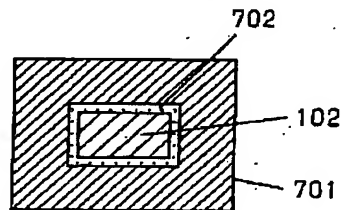
【図 12】



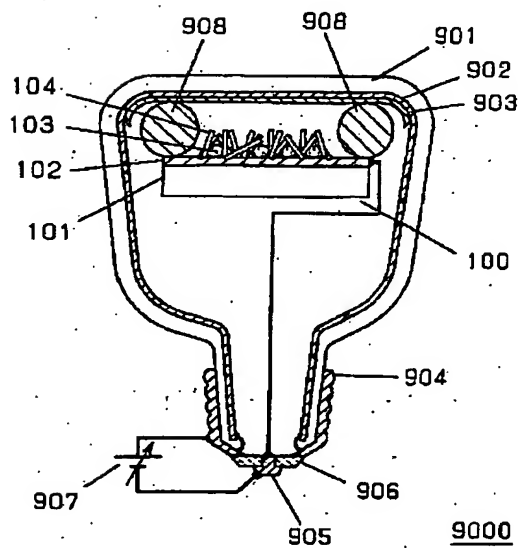
【図7】



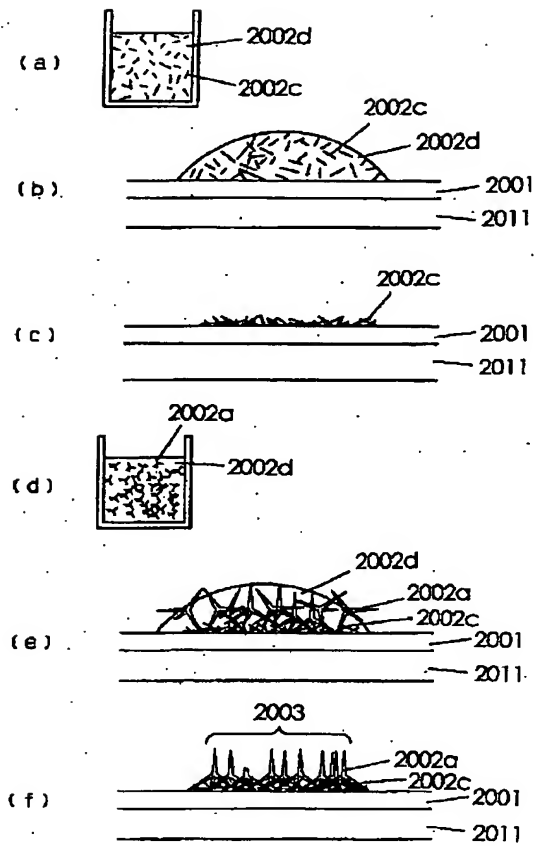
(図7 150側から陰極700を見た図)



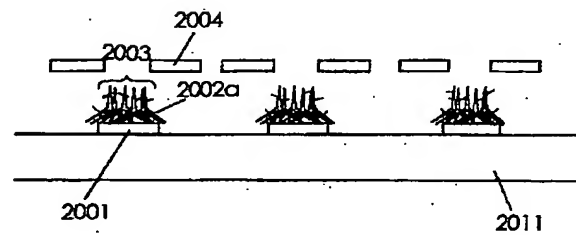
【図9】



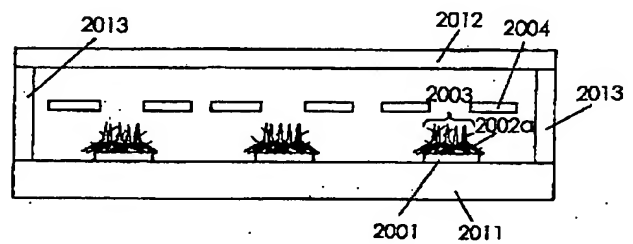
【図16】



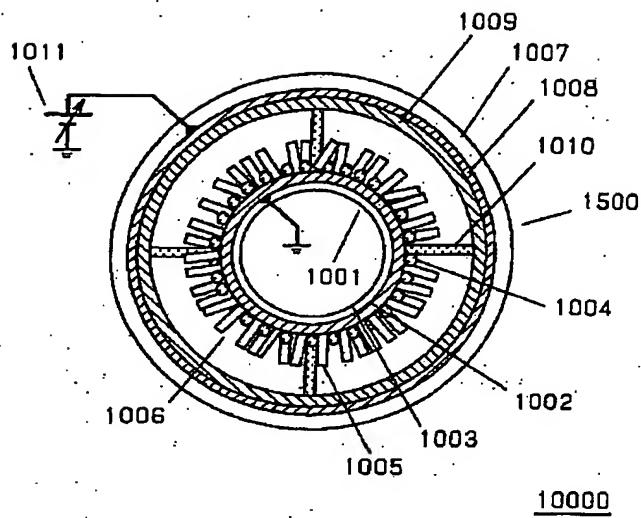
【図18】



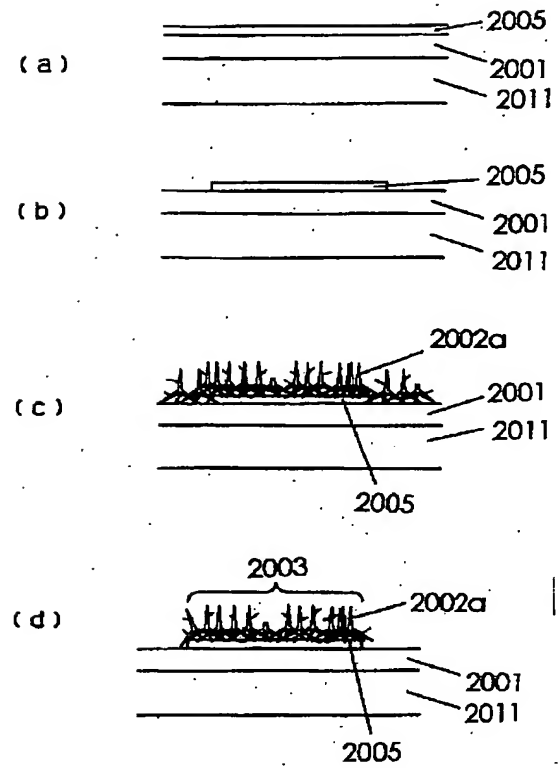
【図19】



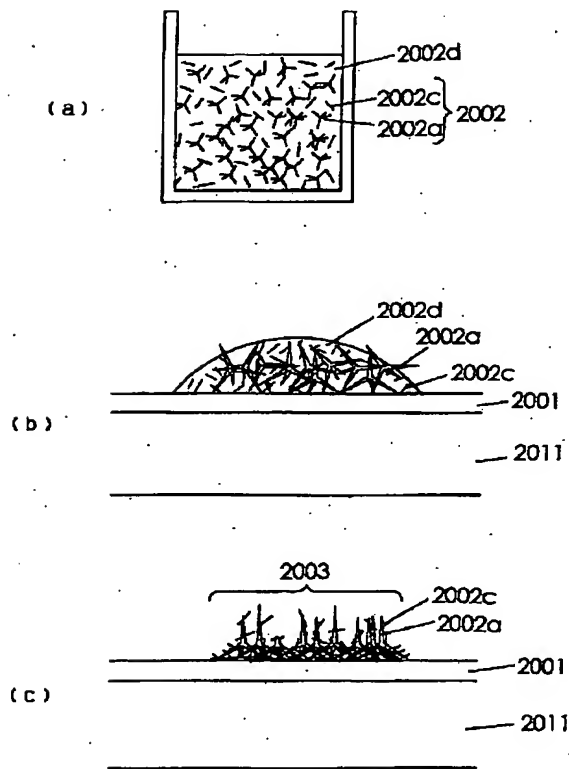
【図10】



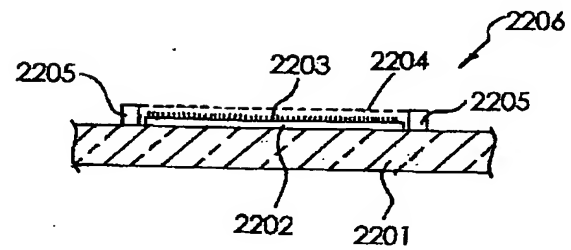
【図17】



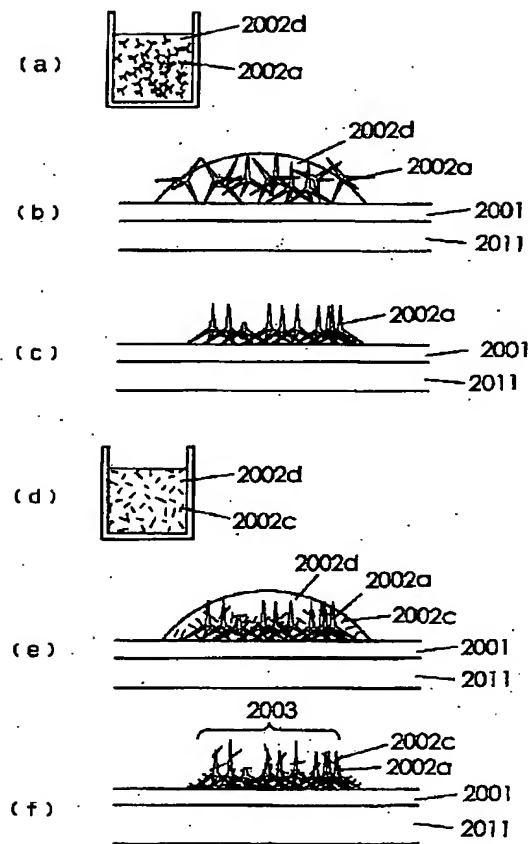
【図14】



【図20】



【図15】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷
H01J 63/06

識別記号

F I
H01J 1/30

テーマコード(参考)
A

(72)発明者 川瀬 透
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 黒川 英雄
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

Fターム(参考) 5C031 DD17
5C035 AA12 BB10
5C036 EE19 EF01 EG12 EH11
5C039 MM01

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.